www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

JAARGANG 23, 1961, no. 1 blz. 1-32 Verschenen 28 april 1961

Philips Technisch Tijdschrift

BEHANDELEND TECHNISCHE VRAAGSTUKKEN
SAMENHANGENDE MET DE PRODUKTEN, WERKWIJZEN EN ONDERZOEKINGEN
VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

DE „PASCAL", EEN ZEER SNELLE DIGITALE ELEKTRONISCHE REKENMACHINE VOOR PHILIPS' REKENCENTRUM

door W. NIJENHUIS *).

681.14-523.8

De ontwikkeling van digitale elektronische rekenmachines is o.a. gericht op het bereiken van steeds grotere rekensnelheden. Aangezien de N.V. Philips vele onderdelen (zoals buizen, transistors, diodes, magnetische geheugenringetjes) levert aan fabrikanten van rekenmachines, werd het van belang geacht uit eigen ervaring te weten welke eisen in het genoemde en andere opzichten aan de onderdelen moeten worden gesteld. Voor dit onderzoek is reeds omstreeks 1954 te Eindhoven in het Natuurkundig Laboratorium een experimentele rekenmachine gebouwd, die tevens goede diensten kon bewijzen voor velerlei rekenwerk in dit laboratorium. Gebruik makend van de hiermee opgedane ervaringen heeft men nu twee grotere en snellere machines vervaardigd, de PASCAL en de STEVIN (veelal geeft men grote machines van dit soort een eigen naam). De bruikbaarheid van de beide machines zal in Philips' Rekencentrum aan hun toepassing op wetenschappelijke en administratieve problemen uit de praktijk worden getoetst.

*Het artikel geeft een beknopte beschrijving van de bouw en de eigenschappen van de PASCAL zonder op details van de toegepaste schakelingen in te gaan. Vooraf wordt de algemene bouw van digitale elektronische machines besproken en worden talrijke begrippen op dit gebied toegelicht. Voor wie zich dieper in deze materie wil inwerken, zij verwezen naar enkele leerboeken **).*

Met een digitale of cijferende elektronische rekenmachine kunnen problemen van zeer uiteenlopende aard met grote snelheid worden opgelost. Deze machines kunnen in principe slechts elementaire wiskundige bewerkingen uitvoeren, als optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen, en een aantal eenvoudige organisatorische operaties, waaronder b.v. het discrimineren (onderscheiden of een getal groter of kleiner is dan een ander). De op te lossen problemen kunnen echter vaak tot een serie van dergelijke elementaire operaties worden herleid. Zo kunnen zowel fysische problemen die leiden tot integralen, hogeregraadsvergelijkingen, gewone en partiële differentiaalvergelijkingen, formules met matrices enz., alsook administratieve problemen op het gebied van loonberekening, voorraadadministratie, order- en factuurbehandeling met behulp van deze machines numeriek worden aangepakt. De mogelijkheden zijn nooit duidelijker uitgedrukt dan door de uitspraak van Lady Lovelace: „The machine can do whatever we know how to order it to perform" [1]).

In het Philipslaboratorium te Eindhoven is een experimentele machine van dit soort gebouwd, die geschikt is voor het oplossen van wetenschappelijke problemen. De machine heeft de naam PASCAL gekregen — naar Blaise Pascal, die in 1642 een der eerste, uiteraard mechanische, rekenmachines heeft geconstrueerd. Een tweede in het laboratorium gebouwde machine, genoemd naar Simon Stevin, een der grondleggers van de boekhoudkunde, is meer bedoeld voor administratieve doeleinden. De STEVIN is in principe gelijk aan de PASCAL, maar de bijkomstige apparatuur is op enkele punten

*) Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven.

**) Zie b.v. C. B. Tompkins, J. H. Wakelin en W. W. Stifler Jr., High speed digital computing devices, McGraw-Hill, New York 1950; R. K. Richards, Digital computer components and circuits, Van Nostrand, New York 1957; G. Haas, Grundlagen und Bauelemente elektronischer Ziffernrechenmaschinen, Philips' Techn. Bibl., Centrex, Eindhoven 1961.

Een elementaire inleiding over rekenmachines (ook over de historische ontwikkeling) vindt men in het in noot [1]) aangehaalde boek.

[1]) B. V. Bowden, Faster than thought, Pitman, Londen 1953, blz. 30 en blz. 398.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

uitgebreid om de grote hoeveelheid gegevens te kunnen verwerken die administratieve problemen met zich meebrengen. Beide machines, die tot de klasse der snelle machines behoren, staan opgesteld in Philips' Rekencentrum (*fig. 1*), waar sinds kort de belangrijkste elektronische rekenmachines die in de Nederlandse Philipsondernemingen worden gebruikt, zijn bijeengebracht.

Fig. 2 is een overzichtsfoto van de PASCAL. In *tabel I* is een samenvatting gegeven van de eigenschappen van deze machine, geformuleerd in de voor de elektronische rekenmachines gebruikelijke terminologie. In de loop van dit artikel zullen deze eigenschappen worden toegelicht. Daar we de terminologie niet bekend willen onderstellen, geven we eerst een algemeen overzicht van de onderdelen van een digitale elektronische rekenmachine, waarbij alle in tabel I voorkomende begrippen en termen worden verklaard.

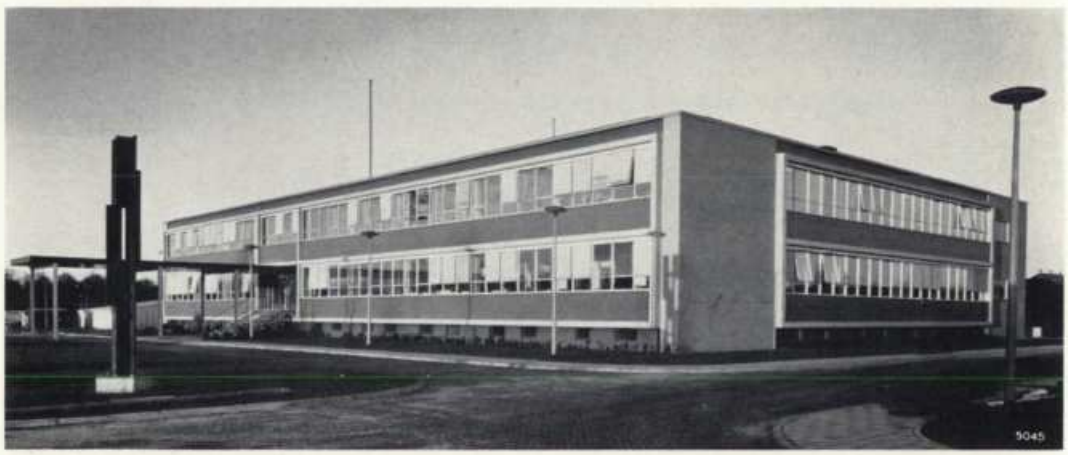


Fig. 1. Het Rekencentrum te Eindhoven. In dit gebouw, dat op 21 maart 1961 officieel is geopend, zijn de belangrijkste elektronische rekenmachines bijeengebracht die bij Philips in Eindhoven worden gebruikt voor administratieve of wetenschappelijke doeleinden. Behalve de PASCAL en de STEVIN vindt men er op dit ogenblik twee digitale rekenmachines IBM 650, een digitale machine Bull Gamma B en een analogon-rekenmachine, de PACE.

Het tweetallige stelsel

De kenschetsing van de PASCAL in de tabel begint met de aanduiding „binair", en we moeten ook onze toelichting beginnen met enkele opmerkingen over het binaire of tweetallige stelsel.

Een digitale machine rekent met discrete getallen, waarbij elk getal volgens een bepaalde code wordt uitgedrukt door een aantal „cijfers" (digits). Deze digits worden weergegeven door elementen of schakelingen die zich in een aantal stabiele toestanden kunnen bevinden overeenkomstig het cijfer dat zij moeten voorstellen. Dit in tegenstelling met een analogon-rekenmachine, waarin een getal wordt weergegeven door een fysische grootheid die continu variabel is.

De meeste digitale machines werken niet in het tientallige, maar in het tweetallige stelsel. Dit stelsel kent slechts de cijfers 0 en 1, zodat de getallen weergegeven kunnen worden met behulp van een rij *bi*stabiele elementen, zoals flip-flops (schakelingen met twee buizen of transistors waarvan de één of de ander stroom voert) of ferromagnetische ringetjes (kerntjes, die in één van twee tegengestelde richtingen gemagnetiseerd kunnen zijn). Een dergelijke rij van bistabiele elementen wordt een register genoemd. Weliswaar bestaan er ook elementen die zich in tien stabiele toestanden kunnen bevinden (b.v. de decimale telbuis E1T [2]). Hiermee zou men dus ook in het tientallige stelsel kunnen werken, maar deze elementen vereisen een zoveel ingewikkelder schakeling dat men in rekenmachines dit stelsel vrijwel niet toepast. Wanneer sommige moderne rekenmachines toch in het tientallige stelsel heten te werken, dan bedienen zij zich van een systeem waarbij elk decimaal cijfer zelf op een of andere wijze in binaire vorm wordt gecodeerd.

Een nadeel van het tweetallige stelsel is dat de getallen ruim driemaal zo lang zijn als in het decimale stelsel. De voordelen wegen echter ruimschoots tegen dit nadeel op.

[2]) A. J. W. M. van Overbeek, J. L. H. Jonker en K. Rodenhuis, Een decimale telbuis voor grote telsnelheden, Philips techn. T. **14**, 349-362, 1952.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Tabel I. Belangrijkste gegevens van de PASCAL. De machine is een binaire parallelmachine van het 1-adrestype.

Woordlengte	42 bits + 2 pariteitsbits
Getallen met vaste komma	41 bits + tekenbit
Getallen met zwevende komma	exponent (machten van 2) 7 bits + tekenbit, breukgedeelte 33 bits + tekenbit
Opdrachten	2 per woord; 6 bits voor de bewerking, 3 modificatiebits, 1 adres-interpretatiebit, 11 adresbits
Klokimpulsfrequentie	660 kHz (basistijd 1,5 μs)
Enkele bewerkingstijden *)	
optelling en aftrekking	met vaste komma ca. 10 μs met zwevende komma 14 à 64 μs
vermenigvuldiging	met vaste komma ca. 71 μs met zwevende komma ca. 59 μs
deling	met vaste komma ca. 73 μs met zwevende komma ca. 61 μs
aantal opdrachten, uitgevoerd per seconde bij een representatief programma	60 000
Geheugens (soorten en omvang)	
stekergeheugen	16 woorden van 44 bits
modificatiegeheugen	8 woorden van 22 bits
magneetringgeheugen	2016 woorden van 44 bits
trommelgeheugen	16 384 woorden van 44 bits
magnetisch band	ca. 10^6 woorden van 44 bits met longitudinale en transversale pariteitsbits
Invoer (middelen en snelheid)	
ponsband (5 of 8 kanalen)	1200 tekens per seconde, waarbij gestopt wordt op een speciaal stopteken, of 120 tekens per seconde met de mogelijkheid van stoppen bij elk teken
ponskaarten	2½ of 12 kaarten per seconde (zowel „Bull" als „IBM" code)
magnetisch band	gemiddeld 8000 woorden per seconde („Ampex")
Uitvoer (middelen en snelheid)	
ponsband	60 tekens per seconde („Teletype")
ponskaarten	1¼ kaart per seconde („Bull" tabelleermachine)
magnetisch band	8000 woorden per seconde („Ampex")
schrijfmachine	10 tekens per seconde („IBM")
regeldrukker	2½ regel van 90 tekens per seconde („Bull" tabelleermachine)

*) Inclusief wachttijd bij het halen van het getal en van de opdracht uit het geheugen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Fig. 2. Overzicht van een gedeelte van de apparatuur van de PASCAL. In de grote kast bevinden zich de belangrijkste onderdelen van de rekenmachine, nl. het rekenorgaan, het besturingsorgaan en het magneetringgeheugen. De lage kast rechts bevat het magnetische trommelgeheugen. De PASCAL wordt bediend vanaf de lessenaar op de voorgrond. Niet zichtbaar zijn: de magnetische bandschrijvers van het geheugen, de ponskaartapparatuur voor de in- en uitvoer en de regeldrukker.

De rekenregels in het tweetallige stelsel zijn zeer eenvoudig:

$0+0=0 \quad 0+1=1 \quad 1+0=1 \quad 1+1=10$

$0\times0=0 \quad 0\times1=0 \quad 1\times0=0 \quad 1\times1=1$

We geven een enkel voorbeeld van het gebruik van het tweetallige stelsel. In het tientallige stelsel heeft het getal 13,625 de waarde $1\times10^{1}+3\times10^{0}+6\times10^{-1}+2\times10^{-2}+5\times10^{-3}$. In het tweetallige stelsel geschreven, is dit het getal 1101,101, want de waarde hiervan is $1\times2^{3}+1\times2^{2}+0\times2^{1}+1\times2^{0}+1\times2^{-1}+0\times2^{-2}+1\times2^{-3}$, wat decimaal gelijk is aan 13,625.

Enkele berekeningen in het tweetallige stelsel luiden b.v.:

110110011=435	1110010=114	1101=13
111001= 57+	1011= 11−	1011=11×
111101100=492	1100111=103	1101
		11010
		1101000
		10001111=143

Overzicht van de onderdelen van een digitale rekenmachine

Vrijwel elke digitale rekenmachine bestaat uit de volgende onderdelen.

1) Een rekenorgaan, waarin de bewerkingen optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen en nog enkele andere kunnen worden uitgevoerd.
2) Een geheugen, waarin de gegevens die tijdens de berekeningen gebruikt moeten worden of bewaard moeten blijven, zijn opgeslagen. Het geheugen bestaat uit registers, die elk worden aangeduid met een nummer, hun adres. De inhoud van een geheugenregister heet een woord. Dit kan zijn een getal, of een op bepaalde wijze in cijfers uitgedrukte (gecodeerde) opdracht.

Een opdracht (ook wel instructie genaamd) geeft aan, welke bewerking moet worden uitgevoerd. Hiertoe behoort tevens een indicatie omtrent het getal of de getallen waarop de bewerking moet worden toegepast. We zullen in dit artikel alleen de werking van rekenmachines bespreken met opdrachten van het 1-adrestype, zoals die in de PASCAL zijn gebruikt. Hierbij geeft elke opdracht het adres van één getal. Er wordt voor gezorgd dat het tweede getal dat normaal bij een bewerking is betrokken zich al in het rekenorgaan bevindt, hetzij als

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

resultaat van de vorige bewerking, hetzij door een speciale opdracht erin geplaatst.

3) Een besturingsorgaan, dat tot taak heeft te zorgen dat de afzonderlijke opdrachten in de goede volgorde worden uitgevoerd. De gehele lijst van opdrachten die moeten worden uitgevoerd om de gewenste berekeningen te verrichten, het programma, wordt in het geheugen bewaard.
4) In- en uitvoerorganen. Het programma en de daarbij behorende getallen worden aan de machine toegevoerd met behulp van een invoerorgaan, b.v. een ponsband- of ponskaartlezer. Om de verkregen antwoorden uit de machine te halen, is een uitvoerorgaan aanwezig, b.v. een elektrische schrijfmachine of een kaartponser.

Het rekenorgaan

Het rekenorgaan van de meeste machines bevat drie registers (zie *fig. 3*), die elk kunnen bestaan uit een rij flip-flops. Het register M vormt de verbinding met het geheugen. Als een getal uit het geheugen naar het rekenorgaan wordt gebracht,

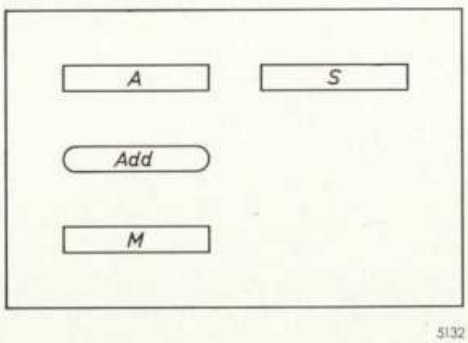


Fig. 3. Schema van het rekenorgaan van een digitale rekenmachine. In het register M wordt het getal geplaatst dat uit het geheugen is gehaald. De opteller *Add* geeft de som van het getal dat in M staat, en het getal dat in het register A (de accumulator) staat (dit kan b.v. het resultaat zijn van de vorige bewerking). Het register S (schuifregister) wordt bij vermenigvuldigen en delen gebruikt. De registers A, M en S bestaan ieder uit een reeks (bij de PASCAL 42) flip-flops.

levert het geheugen de nodige spanningsimpulsen die de flip-flops van M in de desbetreffende standen zetten. Bij het transport kunnen de opeenvolgende cijfers òf stuk voor stuk worden overgebracht (serietransport) òf alle tegelijk (paralleltransport). Het laatste vergt meer apparatuur maar minder tijd en wordt daarom bij de PASCAL toegepast. Getallen die worden opgeborgen in het geheugen, passeren eveneens altijd M.

Het tweede register van het rekenorgaan is de accumulator A, zo genoemd omdat bij optellingen de som hierin kan worden geaccumuleerd. Het derde register S (schuifregister), wordt o.a. bij vermenigvuldigen en delen gebruikt.

Het centrale deel van het rekenorgaan is de opteller *Add*. Deze opteller vormt de som van de getallen die in A en M staan. Dit is een fundamentele operatie, en we zullen de schakeling waardoor ze wordt bewerkstelligd (en die is opgebouwd uit zogenaamde logicaschakelingen), hieronder nog nader bespreken. Bij een optelling wordt de gevormde som meestal in A overgenomen, waarbij de vorige inhoud van dit register verloren gaat.

De opteller *Add* kan zo ingericht zijn dat hij van ieder der getallen in A en M slechts één cijfer tegelijk kan verwerken, en dit cijfer voor cijfer doet, of hij kan voor elke cijferplaats een eigen schakeling bevatten, zodat alle cijfers van de getallen gelijktijdig behandeld kunnen worden. In het eerste geval spreekt men van een serie-, in het tweede van een parallelopteller. Analoog met wat over het transport werd gezegd, vereist de parallelopteller een ingewikkelder schakeling maar werkt hij veel sneller dan de serieopteller.

Een aftrekking wijkt niet veel van een optelling af: het getal dat uit het geheugen in M aankomt, wordt daar eerst door zijn tegengestelde vervangen (hetgeen in het tweetallig stelsel veelal eenvoudig kan geschieden door enen te veranderen in nullen en omgekeerd, zg. inverteren) en vervolgens opgeteld bij het getal dat in A staat.

Bij een vermenigvuldiging wordt eerst door een afzonderlijke opdracht de vermenigvuldiger in S geplaatst. Door de eigenlijke vermenigvuldigopdracht wordt dan het register A „schoongemaakt" (als in A een getal stond dat bewaard moet blijven, moet dit getal tevoren door een geschikte opdracht naar het geheugen worden gebracht), en het vermenigvuldigtal naar M gehaald. Het vermenigvuldigproces verloopt nu als volgt:

a) Is het achterste, minst belangrijke, cijfer in S een 1, dan wordt de inhoud van M bij A opgeteld, waarna A en S samen een plaats naar rechts worden verschoven. Bij dit schuiven gaat het achterste cijfer van de vermenigvuldiger, dat nu afgewerkt is, verloren. Het achterste cijfer uit A, dat niet verloren mag gaan daar het al een cijfer van de uitkomst is, wordt de opengekomen voorste plaats van S binnengevoerd. Het A-register wordt aan de voorzijde met nullen aangevuld (er is aangenomen dat in dit en in het volgende voorbeeld de getallen positief zijn); zie het voorbeeld in *fig. 4*, dat de verschillende stappen weergeeft van de vermenigvuldiging $11 \times 13 = 143$, voor registers van 5 bits.

b) Is het laatste cijfer van S een 0, dan wordt er alleen geschoven.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Door het schuiven, zowel in geval a) als in b), staat het te beschouwen cijfer van de vermenigvuldiger steeds op de laatste cijferplaats van S. Het optellen en/of schuiven wordt herhaald tot de vermenigvuldiging klaar is; de gehele vermenigvuldiger is dan uit S weggeschoven en het produkt (dat immers de dubbele getalomvang heeft) vult nu de registers A en S samen.

Een deling verloopt min of meer in omgekeerde zin als de vermenigvuldiging. Hier moet men eerst door een aparte opdracht het deeltal in het A-register plaatsen (eventueel mag ook S nog een stuk van het deeltal bevatten, als men toevallig over een deeltal met meer cijfers dan normaal beschikt). De eigenlijke deelopdracht plaatst daarna de deler in M. De inhoud van M wordt nu afgetrokken van de inhoud van A, waarna de inhoud van A en S samen een plaats naar links wordt geschoven. Het rekenorgaan bevat een schakeling die eerst de inhouden van A en M „vergelijkt". Als blijkt dat de aftrekking niet mogelijk is, wordt alleen geschoven. In het eerste geval wordt achter in het S-register een 1 gezet, in het tweede geval een 0. Aan het eind van de bewerking staat het quotiënt in S en de rest van de deling in A.

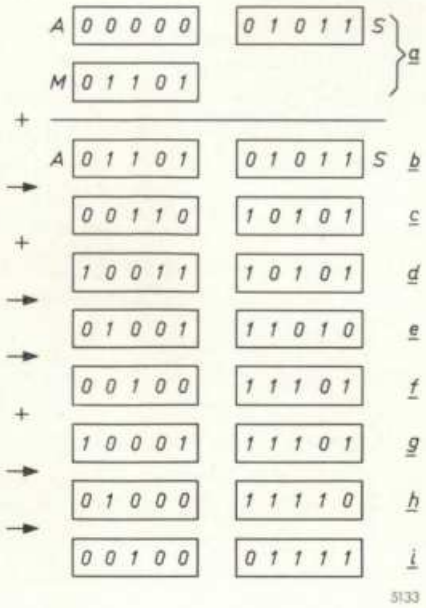


Fig. 4. Voorbeeld van een bewerking in het rekenorgaan, nl. de vermenigvuldiging 1011×1101. *a*) Stand van de registers A, S en M bij het begin. *b*) - *i*) Standen van de registers A en S die tijdens het uitvoeren van de vermenigvuldiging achtereenvolgens optreden. Het laatste cijfer van S geeft steeds aan wat de volgende stap moet zijn. Als er een 1 staat, wordt de inhoud van M bij A opgeteld (zie *b*, *d* en *g*) en daarna de inhoud van A en S samen een plaats naar rechts verschoven (zie *c*, *e* en *h*). Als er een 0 staat, wordt alleen verschoven (zie *f* en *i*). Aan het eind van de bewerking staat het ($2\times$ zo lange) produkt in A en S samen.

Dat deel van de besturing dat een dergelijke samengestelde opdracht goed doet verlopen, heet een microprogramma.

Het geheugen

Het geheugen van een elektronische rekenmachine moet aan twee voorwaarden voldoen: het moet groot zijn, d.w.z. veel woorden kunnen bevatten, en het moet snel zijn, d.w.z. het selecteren en lezen van een woord moet kort duren. Aangezien deze eisen min of meer met elkaar in strijd zijn, hebben de meeste machines verschillende soorten geheugens, die òf aan de ene òf aan de andere eis voldoen.

In de praktijk ziet men vaak als snel geheugen een magneetring- of kerntjesgeheugen (*fig. 5*) en als groot (maar langzaam) geheugen een magnetisch trommelgeheugen (*fig. 6*). Het magneetringgeheugen werkt dan direct samen met het rekenorgaan en wordt het werkgeheugen genoemd, het trommelgeheugen bevat de informatie die niet direct bij het rekenproces is betrokken. Beide soorten geheugens zijn reeds eerder in dit tijdschrift beschreven [3]).

De opdrachten

Zoals reeds is vermeld, geeft een opdracht aan, wèlke bewerking moet worden uitgevoerd en wààr in het geheugen het desbetreffende getal moet worden gevonden. Van alle toelaatbare bewerkingen kan men zich een lijst denken, zodat men een bewerking kan aanduiden door zijn nummer in de lijst. Op deze wijze krijgt elke opdracht de gedaante:

nummer van de bewerking	adres van het getal

Velen vinden het prettiger om een bewerking aan te duiden met een gemakkelijk te onthouden lettercode. Deze kan eventueel door de machine zelf in de getalcode worden vertaald tijdens de invoer van het vraagstuk. Zo kan b.v. *OPA* 513 betekenen: Optellen bij A het getal dat zich op adres 513 bevindt. Het getal komt via register M in het rekenorgaan en wordt opgeteld bij wat zich reeds in A bevond; de som wordt overgebracht naar A. Deze som kan daarna b.v. in het geheugen worden opgeborgen op adres 127 door de opdracht: *BAP* 127 (Berg A positief op adres 127). Bij een vermenigvuldiging moet eerst door een opdracht, b.v.: *HIS* 500 (Haal in S het getal op adres 500), de vermenigvuldiger in S worden gehaald. Met de opdracht *VMG* 501 (Vermenigvuldig met het getal op adres

[3]) H. J. Heijn en N. C. de Troye, Een snelle methode voor het lezen van magneetringgeheugens, Philips techn. T. **20**, 180-195, 1958.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

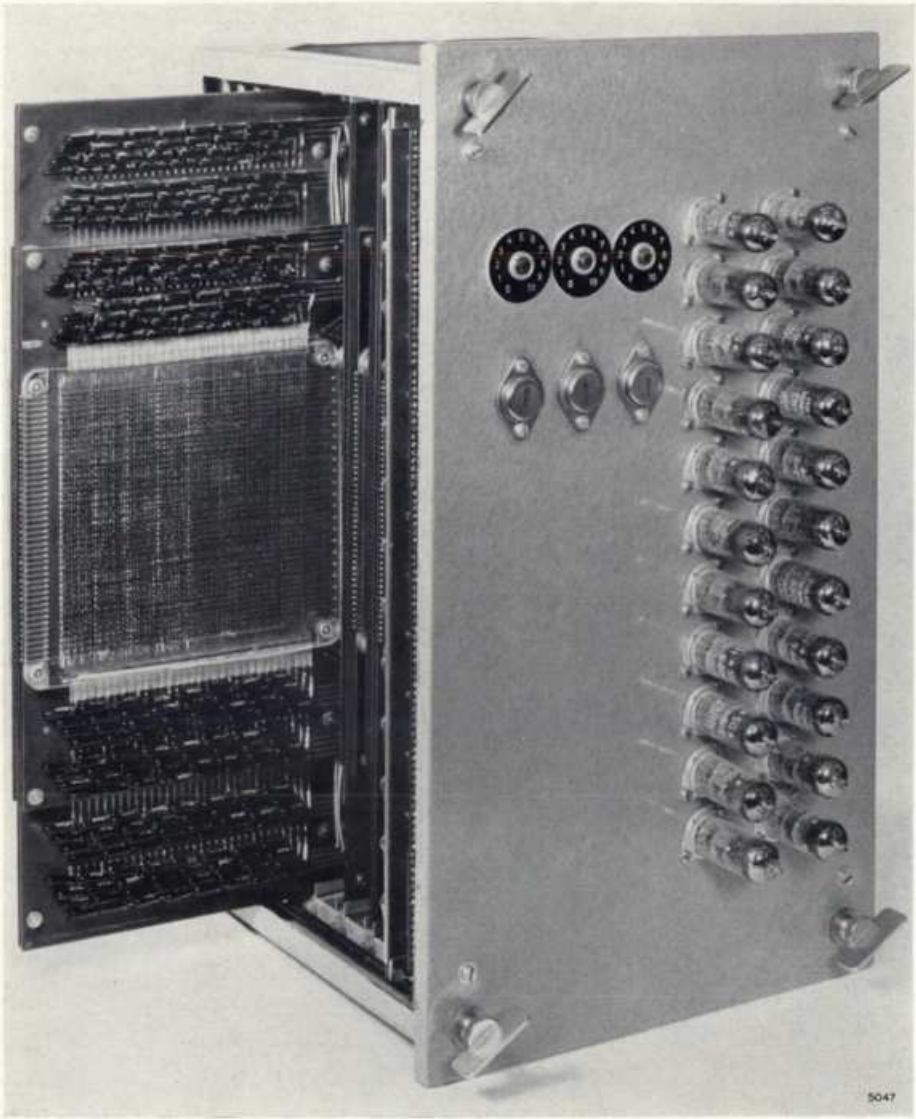


Fig. 5. Een magneetringgeheugen. Dit geheugen bestaat uit vier panelen, die elk 256 × 44 ringetjes bevatten voor 256 woorden. Eén paneel is uit het chassis geschoven. Er zijn gedrukte bedradingen toegepast; de verbindingen tussen de panelen lopen via aansluitstrippen, die in contactklemmen schuiven. In het chassis bevinden zich tevens de schakelingen die dienen om de gegevens in het geheugen te schrijven en eruit te lezen. Het werkgeheugen van de PASCAL bestaat uit twee van deze geheugens.

501) wordt dan het microprogramma voor de vermenigvuldiging gestart.

De opdrachten staan in het geheugen op een rij opeenvolgende adressen. Als een opdracht is uitgevoerd, haalt het besturingsorgaan (zie de volgende paragraaf) de nieuwe opdracht normaliter van het volgende adres. Wil men overgaan op een andere rij van opdrachten, dan worden zg. sprongopdrachten gebruikt. Bij opdracht *SPR* 203 b.v. wordt geen bewerking uitgevoerd, maar de besturing haalt de volgende opdracht van adres 203 en werkt daarna de adressen 204 en volgende af. Een dergelijke sprong kan ook „conditioneel" zijn, d.w.z. dat hij alleen wordt uitgevoerd als aan een bepaalde voorwaarde voldaan is. B.v. betekent de opdracht *SAP* 200: Spring als de accumulator *A* positief is, naar adres 200. Is de inhoud van *A* negatief, dan wordt deze sprong niet uitgevoerd en het programma gewoon voortgezet.

Een aantal opdrachten die bij de PASCAL afwijken van het gebruikelijke, zullen we hieronder nog afzonderlijk bespreken.

Het besturingsorgaan

De werking van een digitale rekenmachine verloopt, globaal gezien, in twee fazen. In de „besturingfaze" wordt een opdracht, die bestaat uit een bewerkingsdeel en een adresdeel, uit het geheugen naar het besturingsorgaan gehaald en daar in een register, het *C*-register, geplaatst. Met het *C*-register is een selectieschakeling verbonden, die overeenkomstig het bewerkingsdeel van de opdracht de keuze tot stand brengt uit de microprogramma's van de besturing; tegelijkertijd wordt het adresdeel van de opdracht overgebracht naar een tweede register van het besturingsorgaan, het adres-selectieregister *T* (opdrachtenteller). Met dit register is ook een selectieschakeling verbonden; deze brengt de keuze

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

tot stand uit de adressen van het geheugen. Op het moment dat het adresdeel van de opdracht naar T wordt overgebracht, staat in T nog het adres van de in uitvoering zijnde opdracht zelf, en dit adres mag niet verloren gaan. Het wordt derhalve tijdelijk op een geschikte plaats in veiligheid gebracht. Hierna kan het getal dat bij de opdracht behoort, uit het geheugen worden gehaald en naar het rekenorgaan gebracht.

Daarna schakelt de besturing over naar de „bewerkingsfaze", en het microprogramma voor de desbetreffende bewerking wordt gestart. Als de bewerking klaar is, schakelt de machine weer terug naar de besturingsfaze. Het adres van de juist uitgevoerde opdracht wordt van de veilige plaats te voorschijn gehaald en, met één vermeerderd, naar T teruggebracht, zodat dit register nu het adres bevat waar de nieuwe opdracht moet worden gehaald. De cyclus kan dan opnieuw beginnen.

Bij een sprongopdracht (waarin immers geen bewerking gebeurt) blijft het getal in T vervangen door het adres dat in de opdracht is vermeld, zodat de volgende opdracht op die plaats wordt gehaald. De bewerkingsfaze wordt bij een sprongopdracht overgeslagen.

In- en uitvoerorganen

Voor het invoeren van programma's en getallen kan gebruik worden gemaakt van ponsband, van ponskaarten of van magnetisch band. De informatie behoeft hierop niet te worden aangebracht in de binaire vorm die de machine nodig heeft, maar kan, voor het gemak van de gebruiker, in decimale vorm of in de besproken lettercode staan. Voor ponsband zou men daartoe b.v. gebruik kunnen maken van de telexcode.

In de machine is een zg. invoerprogramma aanwezig, waarmee deze code in de binaire vorm wordt vertaald. Aangezien de mechanische invoerorganen veel langzamer werken dan de machine de vertaling kan uitvoeren, is voor dit vertalen tijdens het invoeren ruimschoots tijd beschikbaar.

Op soortgelijke wijze wordt het afgeven van de antwoorden aan de uitvoerorganen verzorgd door

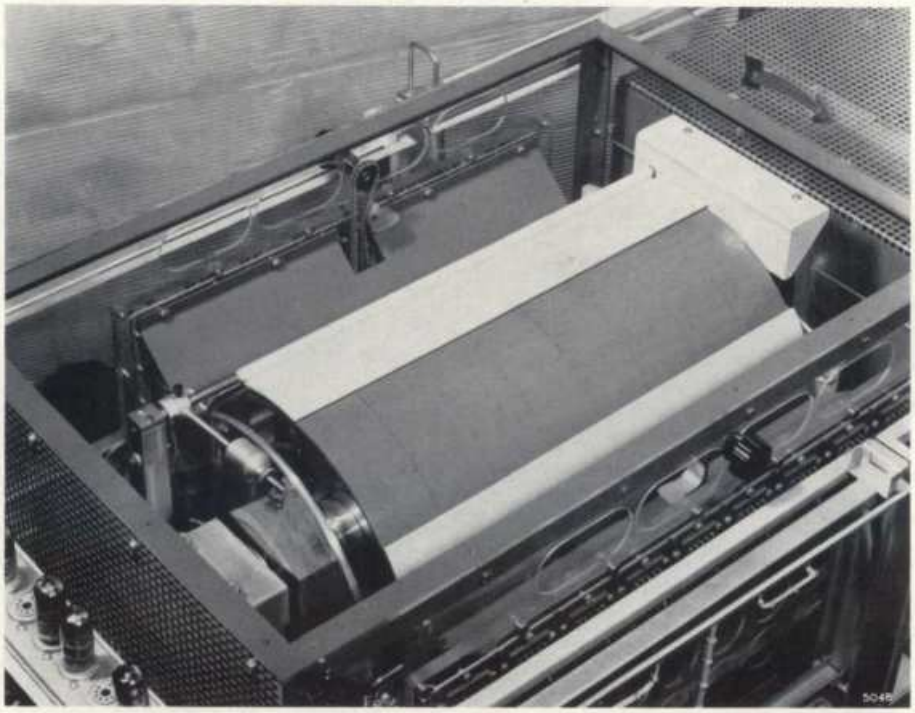


Fig. 6. Een trommelgeheugen. De continu roterende trommel, die is bedekt met een laagje magnetiseerbaar materiaal, wordt aangedreven door een elektromotor, die zich rechts boven op de foto bevindt. De trommel draait langs een reeks kopjes, die kleine gebiedjes van het oppervlak in één van twee tegengestelde richtingen magnetiseren, en tevens worden gebruikt voor het aflezen van de magnetisatie. De afgebeelde trommel die wordt gebruikt voor de PASCAL, roteert met een snelheid van 6000 omw/min en bezit 256 kopjes. Deze zijn in twee horizontale rijen langs de trommel geplaatst. Van de voorste rij zijn enige aansluitpunten zichtbaar. De witte metalen platen zorgen ervoor dat bij uitzetting van de trommel de kopjes niet aanlopen. De platen kunnen daartoe draaien om een as en „drijven" aan de andere zijde op de luchtstroom die door de draaiende trommel wordt veroorzaakt. Als de trommel uitzet, worden de platen hoger opgetild en de hierdoor ontstane asverdraaiing wordt gebruikt om de afstand tussen de kopjes en de as van de trommel te vergroten.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

een uitvoerprogramma. Als uitvoerorganen kunnen b.v. beschikbaar zijn: een schrijfmachine, een bandponser, een regeldrukker, een kaartponser of een magnetisch bandapparaat.

Logicaschakelingen

Op vele plaatsen in elektronische rekenmachines wordt gebruik gemaakt van logicaschakelingen. Enkele zijn we in het voorgaande reeds tegengekomen. Om het karakter van deze schakelingen duidelijk te maken, kunnen we het best de optelschakeling, *Add* in fig. 3, bezien. Wij beschouwen de situatie voor één cijferplaats ergens midden in het getal. Gegeven zijn de cijfers a en m op die plaats van de beide op te tellen getallen, alsmede een mogelijke overdracht c_i uit de vorige cijferplaats. Hieruit moet het cijfer s van de som worden gevormd, alsmede een mogelijke overdracht c_u naar de volgende cijferplaats.

Tabel II geeft de mogelijke combinaties van a, m en c_i die kunnen optreden, en de bijbehorende waarden van s en c_u. Men ziet b.v. dat $c_u = 1$, indien:

a en $m = 1$,
of: a en $c_i = 1$,
of: m en $c_i = 1$,
of: a en m en $c_i = 1$.

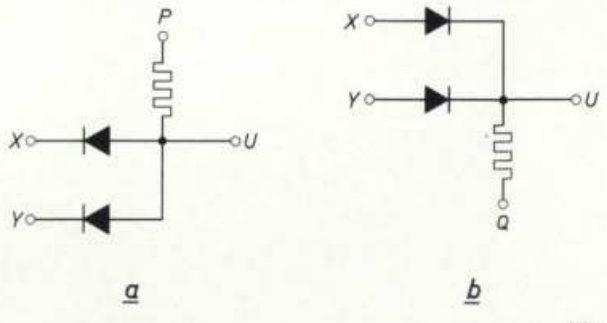
Tabel II. De som s en de uitgaande overdracht c_u op een bepaalde cijferplaats van de opteller, voor verschillende waarden van de op te tellen cijfers a en m en de inkomende overdracht c_i.

a	m	c_i	s	c_u
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
0	1	0	1	0
0	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	0	1	0	1
0	1	1	0	1
1	1	1	1	1

Men kan nu het cijfer 0 voorstellen door een lage spanning en het cijfer 1 door een hoge spanning (b.v. 10 volt en 15 volt). Met diodes en weerstanden kan dan een schakeling worden gemaakt die, wanneer ze de spanningen overeenkomstig de cijfers a, m en c_i krijgt toegevoerd, alleen een hoge uitgangsspanning levert als aan de vermelde voorwaarden is voldaan. Deze schakeling levert dus het gevraagde resultaat c_u.

Men kan ook zeggen dat die schakeling de in de voorwaarden optredende operaties „èn" en „òf" uitvoert. Dit zijn operaties uit de zg. tweewaardige logica (een tak van wiskunde), vandaar de naam logicaschakeling.

Logicaschakelingen zijn overeenkomstig de beide fundamentele operaties samengesteld uit twee grondtypen, nl. de èn- en de òf-schakeling. *Fig. 7a* geeft de èn-schakeling. Punt P heeft de hoge spanning. De uitgang, punt U, zal nu alleen dan de hoge spanning hebben als de punten x èn y de hoge spanning hebben. Deze schakeling geeft dus alleen een 1 als x èn $y = 1$ zijn. Bij de òf-schakeling, in fig. 7*b*, heeft punt Q de lage spanning. Het punt U zal de hoge spanning hebben als òf x òf y òf beide de hoge spanning hebben. Deze schakeling geeft dus een 1 als x òf y òf beide $= 1$ zijn.

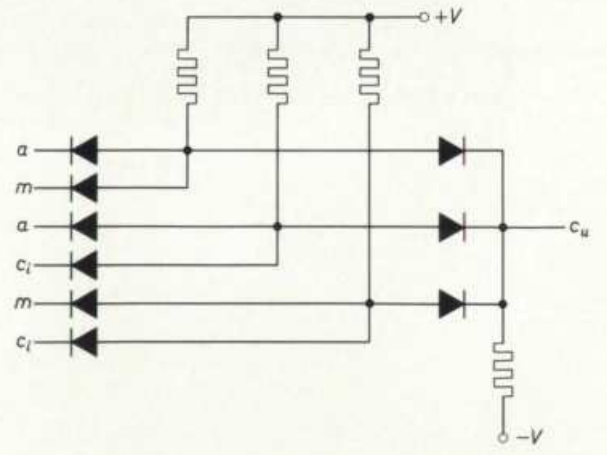


5134

Fig. 7. De twee grondtypen van logicaschakelingen. *a*) èn-schakeling. Het punt P heeft hierbij een „hoge" positieve spanning. Het punt U heeft alleen een hoge spanning als x èn y een hoge spanning hebben. *b*) òf-schakeling. Het punt Q heeft hier een „lage" positieve spanning. Het punt U heeft een hoge spanning als x òf y òf beide een hoge spanning hebben.

De schakeling voor het verkrijgen van c_u uit a, m en c_i zou er kunnen uitzien als in *fig. 8*. Om de vertragende invloed van parasitaire capaciteiten in de schakeling te verminderen, wordt hierin de spanning V groter gekozen dan de spanningen a, m en c_i.

Logicaschakelingen komen in rekenmachines o.a. voor op plaatsen waar op grond van bepaalde com-



5135

Fig. 8. Voorbeeld van een logicaschakeling die, voor één cijferplaats van de opteller, de overdracht c_u naar de volgende cijferplaats bepaalt uit de inkomende overdracht c_i en de cijfers a en m van de registers A en M (b.v. cijfer 0: lage spanning, 10 V; cijfer 1: hoge spanning, 15 V). Deze schakeling is samengesteld uit drie èn-schakelingen en een òf-schakeling. (In de opteller van de PASCAL is een andere schakeling gebruikt, ten einde de overdrachten sneller te kunnen bepalen.)

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

binaties van ingangssignalen een bepaald deel van de machine moet worden geactiveerd. Dit is b.v. het geval voor de bovengenoemde selectieschakeling die aan het bewerkingsdeel van het *C*-register in het besturingsorgaan is verbonden en die het juiste microprogramma inschakelt, en voor de selectieschakeling van het *T*-register die het lezen van het gewenste adres in het geheugen bewerkstelligt.

Bijzonderheden in de inrichting van de PASCAL

Tot zover de algemene beschrijving van de werking van digitale elektronische rekenmachines. In het nu volgende tweede deel van het artikel zullen we enige bijzonderheden in de inrichting van de PASCAL bespreken, waarbij we globaal dezelfde indeling als in het eerste deel zullen volgen. Hierbij zullen nog enige nieuwe begrippen worden behandeld, zoals de subroutine, de getalcodering met zwevende komma en het modificeren van de opdrachten.

Vele bijzonderheden deelt de PASCAL met andere machines van de laatste jaren; dit zal niet telkens worden vermeld. Voor zover ons bekend is, zijn nog niet in andere machines toegepast: de methode voor het snel doorgeven van de overdrachten in de optelschakeling; de schakelaar Σ; het stekergeheugen; de wijze van modificeren van de opdrachten; de linkopdrachten voor het overgaan naar een subroutine, en nog enkele bijzondere opdrachten.

Aan het slot van het artikel zullen we enige constructieve kwesties bespreken en zullen we enkele opmerkingen maken over de PASCAL in vergelijking met andere machines.

De codering van de getallen

Aan het begin van dit artikel is de binaire notatie van getallen besproken. Het is duidelijk dat bij gebruik van deze notatie tijdens een bewerking de komma in beide getallen op dezelfde plaats moet staan. Men spreekt daarom van notatie met vaste komma. Het gebied waarin de getallen kunnen liggen, is door deze beperking niet groot. In tabel I is vermeld dat voor de vastekommagetallen in de PASCAL 41 bits beschikbaar zijn. Om positief en negatief te kunnen onderscheiden, wordt hieraan één bit (tekenbit) toegevoegd, waarbij 0 positief en 1 negatief betekent. Als de komma nu b.v. achteraan in het getal wordt gezet, reikt het gebied, bestreken door de 41 bits, van 0 tot ongeveer 10^{12} (12 decimalen). Dit gebied kan aanzienlijk worden vergroot door gebruik van de zg. notatie met zwevende komma. Hierbij wordt een getal, op soortgelijke wijze als in logaritmentafels gebruikelijk is, aangegeven door een breukgedeelte p en een exponent q. De waarde van het getal, in het binaire telsel, is dan $p \times 2^q$, waarbij de absolute waarde van p altijd tussen $\frac{1}{2}$ en 1 wordt gekozen en q dus eigenlijk de plaats van de komma aangeeft. Voor de PASCAL verdelen we de 41 + 1 beschikbare bits in een breukgedeelte van 34 bits, waarvan één tekenbit, en een exponent van 8 bits, waarvan één tekenbit. De absolute waarde der getallen kan nu liggen tussen $\frac{1}{2} \times 2^{-127}$ en $1 \times 2^{+127}$, oftewel tussen ongeveer 10^{-38} en 10^{+38}. De nauwkeurigheid (33 bits in plaats van 41) is uiteraard kleiner dan bij de notatie met vaste komma, nl. ongeveer 10 decimalen.

Optellen en aftrekken van getallen in de notatie met zwevende komma is ingewikkelder en duurt langer dan met getallen in de notatie met vaste komma, aangezien van beide getallen eerst de exponenten vergeleken en gelijk gemaakt moeten worden, terwijl na de optelling een stap extra nodig kan zijn om de absolute waarde der breukgedeelten weer tussen $\frac{1}{2}$ en 1 te brengen. Vermenigvuldigen en delen gaat iets sneller, in hoofdzaak doordat de te behandelen getallenlengte (breukgedeelte) korter is (zie tabel I). Voor de bewerkingen met getallen in de notatie met zwevende komma zijn in het besturingsorgaan speciale microprogramma's aanwezig.

Het rekenorgaan van de PASCAL

Ook bij de PASCAL heeft het rekenorgaan drie registers, *M*, *A* en *S*. De registers *M* en *A* dienen als ingangen van de opteller, die voor elke cijferplaats een optelschakeling als boven besproken bevat. Reeds 0,8 μs nadat de getallen in de registers zijn aangekomen, is de som aan de uitgang van de opteller aanwezig. Om deze korte opteltijd te bereiken, waren wel speciale maatregelen nodig. Zo worden de overdrachten niet cijfer voor cijfer over alle 41 plaatsen doorgegeven, maar tevens voor telkens een blok van 7 cijfers bepaald en alvast aan het volgende blok doorgegeven. Het bleek mogelijk op deze wijze een tijdwinst te verkrijgen zonder al te veel extra-onderdelen te gebruiken.

Het bepalen van de overdracht duurt per cijferplaats 40 nanoseconden. Een aparte logicaschakeling bepaalt voor een blok van 7 cijfers, uit de inkomende overdracht en de stand van de registers *A* en *M* voor deze cijfers, de overdracht naar het eerste cijfer van het volgende blok. Dit duurt 100 ns. In het tweede blok kan dus het doorgeven van de overdrachten en het bepalen van de overdracht naar het derde blok al beginnen op het moment dat in het eerste blok de overdracht van het derde naar het vierde cijfer nog moet worden bepaald. De laatste overdracht van de optelling is op deze wijze na 780 ns verkregen, terwijl het zonder de blokoverdrachten $42 \times 40 = 1680$ ns zou duren.

Deze werkwijze geeft tevens de mogelijkheid van controle,

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

doordat aan het eind van elk blok de overdracht op twee manieren tot stand komt, nl. eerst met de aparte logicaschakeling, en even later doordat de overdrachten in het blok cijfer voor cijfer zijn bepaald. Als deze beide overdrachten niet overeenstemmen, is er een fout gemaakt en wordt de machine automatisch stopgezet.

Een volledige optelling, met inbegrip van het halen zowel van de opdracht als van het getal, duurt weliswaar veel langer dan de genoemde opteltijd van 0,8 μs (ze kost bij de PASCAL gemiddeld 10 μs), maar toch is de zeer korte eigenlijke optel- (of aftrek-)tijd van essentieel belang, vooral voor het delen. Dit is immers samengesteld uit een aantal aftrekkingen, en bovendien loopt het proces verschillend al naar de aftrekking wel of niet mogelijk is, zodat het microprogramma van de deling bij elke aftrekking nog moet beslissen hoe voort te gaan. Dank zij de zeer korte opteltijd neemt elke deelstap bij de PASCAL toch niet meer dan 1½ μs in beslag.

De klokimpulsen

De hierboven genoemde tijd van 1½ μs is de zg. basistijd voor de machine, d.w.z. dat alle afzonderlijke stappen in de werking van de machine plaatsvinden op tijdstippen met tussenpozen van 1½ μs of veelvouden daarvan. Deze tijdstippen worden bepaald door een periodieke reeks spanningsimpulsen, de zg. klokimpulsen. Deze worden gevormd met behulp van een schijf die op de as van het trommelgeheugen is bevestigd. Op de omtrek van de schijf bevinden zich tandjes van een permanent magnetische stof. Als de schijf draait, wekken de tandjes in een leeskopje een wisselspanning op, waaruit de impulsen worden afgeleid. Ze hebben een frequentie van 660 kHz en verschijnen dus 1½ μs na elkaar.

Om de noodzaak van het gebruik van klokimpulsen voor de werking van de PASCAL duidelijk te maken, beschouwen we een logicaschakeling. Deze geeft, zoals hiervoor is besproken, een hoge of een lage uitgangsspanning, naar gelang al of niet een bepaalde combinatie van ingangssignalen aanwezig is. Deze uitgangsspanning moet in verreweg de meeste gevallen dienen om een flip-flop in een daarmee overeenkomende stand te zetten. Vaak moet dit in de machine gelijktijdig met verschillende flip-flops gebeuren. De uitgangsspanningen van de verschillende logicaschakelingen zijn echter niet op hetzelfde moment beschikbaar (dit hangt b.v. af van de omvang van de schakelingen). De tijdstippen waarop de flip-flops worden bekrachtigd, mogen dus niet worden bepaald door deze uitgangsspanningen. Voor elke flip-flop wordt daarom het tijdstip van bekrachtiging bepaald door de eerstvolgende klokimpuls die verschijnt nadat de uitgangsspanning van de desbetreffende logicaschakeling is gevormd. Dit gebeurt als volgt.

De flip-flop F (*fig. 9*) wordt niet bekrachtigd door de uitgangsspanning van de logicaschakeling L, maar door de klokimpuls k; de uitgangsspanning

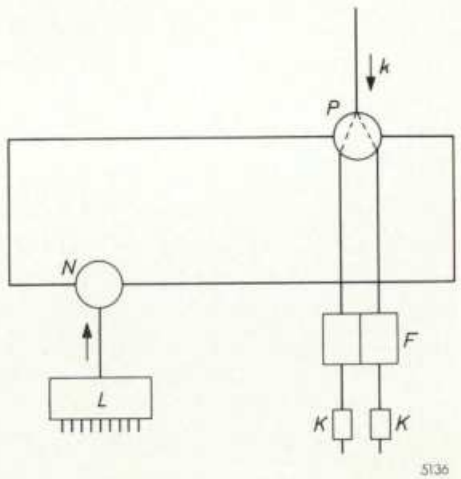


Fig. 9. Basisschakeling, die op vele plaaten in de PASCAL voorkomt. Deze schakeling dient om op het tijdstip dat een klokimpuls verschijnt, een flip-flop in een stand te zetten die bepaald wordt door de uitgangsspanning van een logicaschakeling. De logicaschakeling L levert een hoge of een lage spanning. De niveauvormer N vormt hieruit een positieve en een negatieve spanning; de polariteit van deze spanningen hangt af van de spanning die L levert. Deze twee spanningen bedienen een tweewegschakelaar P. De eerstvolgende klokimpuls k wordt nu door deze schakelaar naar één van de beide helften van de flip-flop F gestuurd. Afhankelijk van de grootte van de spanning die L levert, zal deze flip-flop dus een bepaalde stand innemen. Achter F zijn nog katodevolgers K geplaatst, die voldoende vermogen kunnen leveren om andere delen van de machine te bekrachtigen.

van L bepaalt echter door middel van een „tweewegschakelaar" P, aan welke helft van de flip-flop de klokimpuls wordt toegevoerd. Voor het bedienen van de tweewegschakelaar zijn twee spanningen nodig die tegengesteld teken hebben, de polariteit van deze spanningen bepaalt de stand van P. De spanningen worden gevormd door een niveauvormer N; de polariteit van de twee spanningen die deze levert, wordt bepaald door het hoog of laag zijn van de uitgangsspanning van L. Achter de flip-flop zijn twee katodevolgers K geschakeld, die voldoende vermogen kunnen leveren om andere delen van de machine te bekrachtigen. De schakeling van fig. 9 vormt een basisschakeling, die behalve in de opteller op een groot aantal plaatsen in de machine voorkomt.

De basistijd van 1½ μs is zo gekozen dat binnen deze tijd alle logicaschakelingen hun uitgangssignaal hebben geleverd.

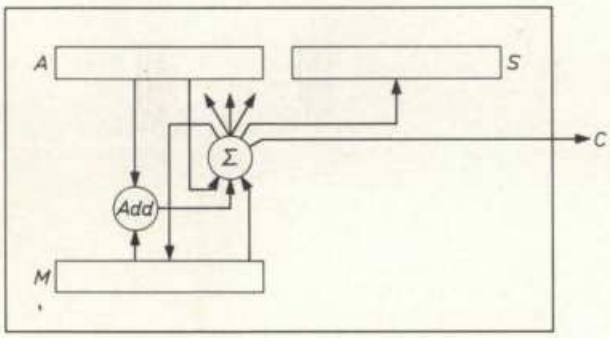
Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

De schakelaar Σ

De uitgangen van de opteller zijn verbonden met een elektronische 6-wegschakelaar Σ. Hiermede is het mogelijk de in de opteller verkregen som naar één van een aantal andere registers over te brengen (zie *fig. 10*). De schakelaar Σ bestaat uit 42 identieke delen, want voor elke cijferplaats moeten de zes verbindingen kunnen worden gemaakt. Ten eerste kan men de som overnemen in *A*; dit is nodig bij de normale optelopdracht. Ten tweede en derde kan dit overnemen door middel van Σ ook gebeuren over één cijferplaats naar links of naar rechts verschoven, waardoor het schuiven bij het delen of vermenigvuldigen geen extratijd kost. Dank zij deze kunstgreep doet de PASCAL over een vermenigvuldiging (met inbegrip van het halen van de opdracht en van het vermenigvuldigtal) gemiddeld 71 μs en over een deling gemiddeld 73 μs.

Via Σ kan men verder de verkregen som desgewenst overnemen in het *S*-register, dat daardoor ook als accumulator gebruikt kan worden, en in het *M*-register, waardoor de som kan worden teruggeschreven in het geheugen. Elk willekeurig geheugenadres kan aldus eveneens als accumulator dienen.



5137

Fig. 10. Schema van het rekenorgaan van de PASCAL met de 6-wegschakelaar Σ. Deze kan de aangegeven verbindingen maken (dit zijn er steeds 42, voor elke cijferplaats één) tussen de opteller *Add*, de registers *A*, *M* en *S* van het rekenorgaan en register *C* van het besturingsorgaan.

De laatste mogelijkheid van Σ is het overbrengen van de som naar de besturing, hetgeen van belang is voor de nog te bespreken belangrijke mogelijkheid van modificatie van opdrachten.

Behalve de som, die in de opteller *Add* staat, kan ook de inhoud van register *A* of van register *M* naar de zes genoemde plaatsen worden overgebracht. Deze transportmogelijkheden worden in bepaalde fazen van de besturing en bij een aantal opdrachten gebruikt.

Om een indruk te krijgen van de snelheid waarmee de PASCAL de opdrachten verwerkt, beschouwen we een programma waarin op tien korte bewerkingen (optellingen en aftrekkingen) één lange bewerking (vermenigvuldiging of deling) voorkomt. In dat geval behandelt de PASCAL 60 000 opdrachten per seconde.

De geheugens van de PASCAL

Zoals reeds is vermeld, hebben de meeste rekenmachines een snel werkgeheugen en een groot langzaam geheugen.

De PASCAL heeft in totaal vijf soorten geheugens. Het werkgeheugen bestaat uit een magneetringgeheugen. Het voornaamste langzame geheugen is een magnetische trommel. Voorts is aanwezig een zeer groot langzaam geheugen met magnetische band en nog twee kleine speciale geheugens: een stekergeheugen en het zg. modificatiegeheugen.

a) Het magneetringgeheugen kan 2016 woorden bevatten. Het adresdeel van een opdracht bevat 11 bits, waarmee uit $2^{11} = 2048$ adressen kan worden geselecteerd. De 32 adressen die niet in het magneetringgeheugen voorkomen, worden gebruikt voor de speciale geheugens en voor enkele registers, o.a. *A* en *S* van het rekenorgaan. Selecteren van een bepaald adres en lezen van de inhoud kost bij dit geheugen 3 μs, terugschrijven van de afgelezen inhoud nogmaals 3 μs.

b) Het trommelgeheugen bevat 16 384 woorden, verdeeld in „blokken" van 128 woorden. Een blok is geschreven op twee sporen die elk 128 halve woorden bevatten en tegelijkertijd, ieder met een eigen kopje, worden beschreven of afgelezen. Door het schrijven wordt de aanwezige registratie uitgewist. De wachttijd bij een trommelgeheugen (d.i. de tijd nodig voor het selecteren van een bepaald woord en het lezen ervan) is in principe variabel, want men kan een woord slechts lezen zodra de desbetreffende plaats van de draaiende trommel onder het kopje van het spoor passeert. Bij de PASCAL heeft men van deze variabele wachttijd geen last, doordat telkens een blok woorden in zijn geheel van de trommel naar het magneetringgeheugen wordt overgebracht (dit laatste geheugen is daartoe ook verdeeld in blokken van 128 woorden). Zodra de besturing een transportopdracht ontvangt, wordt het transport meteen gestart en daarna gedurende een gehele omwenteling van de trommel volgehouden. Is men daarbij toevallig midden in een blok begonnen, dan wordt ervoor gezorgd dat de woorden toch op de juiste plaatsen van hun blok in het kerntjesgeheugen terechtkomen. Tijdens zo'n transport van een blok van de trommel naar het kerntjesgeheugen kan gelijktijdig een transport van een ander blok in de omgekeerde

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

richting plaats hebben. Daar één omwenteling van de trommel 10 ms duurt, is de transportsnelheid 12,8 woorden per ms.

Tijdens dergelijke transporten rekent de PASCAL door, zij het soms met iets verminderde snelheid (de vermindering bedraagt hoogstens 15%; het zou ons te ver voeren hier nader op in te gaan).

c) Als een veel groter, maar veel trager geheugen dient de magnetische band. Per rol magnetisch band kan men ca. 10^6 woorden opslaan. Ook hier geschiedt de uitwisseling van gegevens met het niet met stekers maar met drukknoppen uitgerust. Het stekergeheugen en de drukknoppen van adres 0 bevinden zich op de bedieningslessenaar (zie fig. 11).

e) Het modificatiegeheugen bevat 8 halve woorden (d.i. de ruimte voor 8 opdrachten, zie hieronder) en is samengesteld uit flip-flopregisters met transistors. Hierdoor is de wachttijd voor dit geheugen (evenals voor het stekergeheugen) zeer kort. De registers kunnen op dezelfde wijze als die in het magneetringgeheugen met normale opbergopdrachten van de machine beschreven worden. Ze hebben

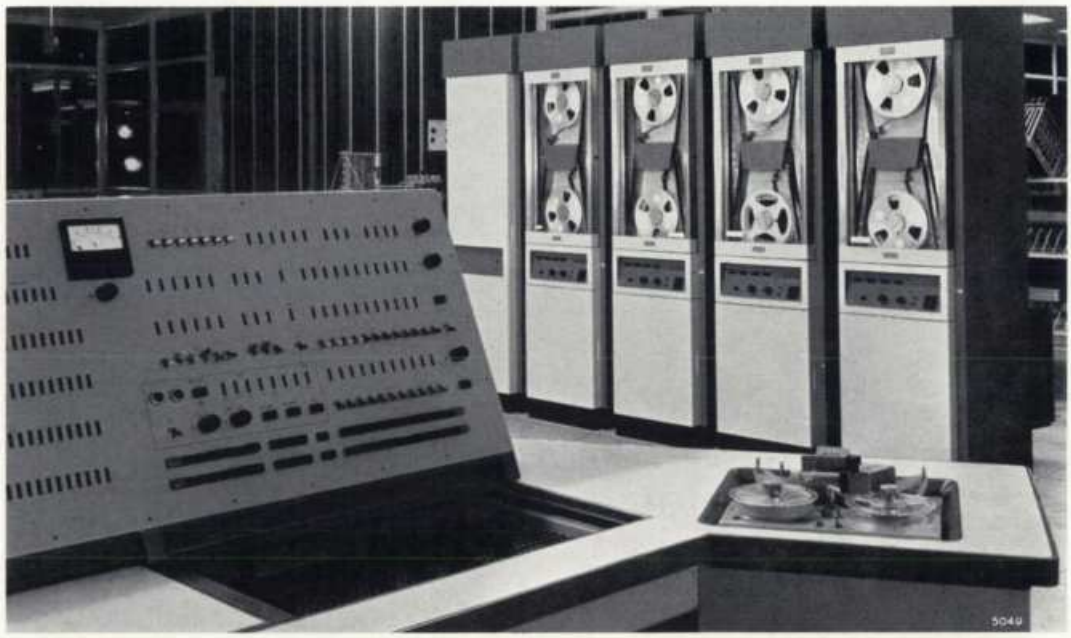


Fig. 11. Gedeelte van de bedieningslessenaar met op de achtergrond enige magnetische bandapparaten, die worden gebruikt als langzaam geheugen. In de lessenaar is het stekergeheugen zichtbaar: het register met adres 0 hiervan is rechts onder op het paneel aangebracht en heeft drukknoppen in plaats van stekers. Rechts op de lessenaar bevindt zich de ponsbandlezer voor het invoeren van programma's op ponsband.

kerntjesgeheugen in blokken van 128 woorden, en ze kan tegelijk (bij gebruik van meer dan één magnetische bandapparatuur) in twee richtingen geschieden. Een gedeelte van deze apparatuur is zichtbaar in *fig. 11*.

d) In het stekergeheugen kunnen 16 woorden met de hand worden aangebracht; deze 16 registers hebben de adressen 0 tot en met 15, die in het magneetringgeheugen niet voorkomen (zie boven). Het stekergeheugen dient voor het onderbrengen van constanten die tijdens het rekenen gemakkelijk veranderd moeten kunnen worden, voor het aanbrengen van kleine proefprogramma's om de werking van de machine te toetsen, en voor het starten van een nieuw programma. Om dit laatste nog gemakkelijker te maken, is het register met adres 0 de adressen 16 tot en met 23. Op het gebruik van het modificatiegeheugen zal nog worden ingegaan.

Na de bespreking van rekenorgaan en geheugen zouden we nu de besturing van de PASCAL nader moeten bekijken. Hiertoe is het echter nodig eerst de codering van de opdrachten opnieuw te beschouwen.

De codering van opdrachten bij de PASCAL

De gekozen woordlengte van 42 bits is in hoofdzaak bepaald door de gewenste rekennauwkeurigheid. De opdrachten kunnen echter veel korter zijn. Elk woord kan daardoor twee opdrachten bevatten, die door het besturingsorgaan ná elkaar worden afgewerkt. Ze worden aangeduid met O_1 en O_2.

Voor elke opdracht zijn nu 21 bits beschikbaar.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Hiervan dienen er 6 om de bewerking aan te geven, zodat $2^6 = 64$ verschillende bewerkingen kunnen worden uitgevoerd. Voor het adres van het te bewerken getal zijn, zoals wij reeds zagen, 11 bits nodig (bij in totaal $2048 = 2^{11}$ adressen in de diverse geheugens). Van de 4 resterende bits van een opdracht worden er 3 gebruikt om een der 8 modificatieregisters te selecteren. Een opdracht kan nl., nadat hij reeds uit het geheugen is gehaald, maar vóórdat hij wordt uitgevoerd, nog worden gewijzigd. Dit gebeurt door bij de opdracht, die er immers geheel als een binair getal uitziet, de inhoud van één der modificatieregisters op te tellen. Meestal wordt door het modificeren alleen het adresgedeelte in de opdracht veranderd, soms wordt de bewerking gewijzigd. Door toepassing van de mogelijkheid van het modificeren van opdrachten kan men in programma's waar een bepaalde reeks bewerkingen een aantal malen moet worden herhaald, een grote besparing in tijd en in geheugenruimte verkrijgen (dit zal hieronder nog worden verduidelijkt, zie tekst in kleine letters).

Bij de PASCAL wordt onderscheid gemaakt tussen twee soorten modificaties, nl. met een „even" en een „oneven" nummer van het modificatieregister. Aangezien een magneetringgeheugen de eigenschap heeft dat bij het lezen van een woord op een geheugenplaats de registratie ervan verdwijnt, moet dit woord weer in het geheugen worden teruggeschreven. Is het woord dat gelezen en naar het rekenorgaan gebracht is, een opdrachtenpaar, dan wordt dit terugschrijven uitgesteld tot ná de modificatie van de opdracht. Bij het optellen van het modificatiegetal in het rekenorgaan treedt immers een situatie op waarbij zowel de oorspronkelijke als de gemodificeerde vorm van de opdracht in het rekenorgaan aanwezig is, zodat voor het terugschrijven een keus uit deze twee kan worden gemaakt. Bij de even modificatieregisters wordt altijd de ongemodificeerde, bij de oneven registers altijd de gemodificeerde opdracht teruggeschreven.

Er rest nu van de 21 bits nog 1 bit, de zg. adresinterpretatiebit. Deze bepaalt hoe het adresgedeelte van de opdracht moet worden geïnterpreteerd. In normale gevallen is het cijfer van deze bit een 0. Is dit cijfer echter een 1, dan wordt het adresdeel van de opdracht niet als adres van een getal opgevat, maar als het getal zelf. Deze mogelijkheid kan gebruikt worden als de bewerking met een positief getal <2048 moet worden uitgevoerd. Hiervoor is dan geen aparte geheugenplaats nodig, maar het getal staat al in de opdracht.

De vorm van de volledige opdracht is weergegeven in *fig. 12*.

Als voorbeeld van het gebruik van een gemodificeerde opdracht behandelen we de berekening van het scalaire produkt van twee vectoren **a** en **b** die tien componenten bezitten: $\mathbf{a} \,.\, \mathbf{b} = a_1b_1 + a_2b_2 + \ldots + a_{10}b_{10}$. De componenten $a_1 \ldots a_{10}$ en $b_1 \ldots b_{10}$ zijn in het geheugen geplaatst op de adressen $n \ldots n+9$ en $n+10 \ldots n+19$. Men heeft nu de tien maal weerkerende bewerkingen: vermenigvuldig a_i met b_i, tel dit op bij het vorig resultaat, dat b.v. op adres m staat, en berg het nieuwe resultaat weer op adres m. Dit vereist de volgende, naar hun betekenis boven reeds besproken, opdrachten (geplaatst op adressen k, $k+1$, enz., waarbij we dus eenvoudigheidshalve niet twee opdrachten O_1 en O_2, maar slechts één opdracht per adres onderstellen):

k	*HIS*	n,
$k+1$	*VMG*	$n+10$,
$k+2$	*OPA*	m *),
$k+3$	*BAP*	m.

*) Van het produkt, dat de dubbele getallengte heeft, wordt het gedeelte in S dus verwaarloosd.

Hierna moet deze zelfde cyclus worden uitgevoerd met de andere getallen. Dit kan natuurlijk gebeuren door deze vier opdrachten nog negenmaal te herhalen met andere waarden van n. Er zouden dan 40 opdrachten in het geheugen te schrijven en uit te voeren zijn.

Wij kunnen ook door middel van de volgende 7 opdrachten de adressen n en $n+10$ van de opdrachten in k en $k+1$ met één vermeerderen en daarna weer bij opdracht k beginnen:

$k+4$	*HIA*	k,
$k+5$	*OPA*	„1" *),
$k+6$	*BAP*	k,
$k+7$	*HIA*	$k+1$,
$k+8$	*OPA*	„1",
$k+9$	*BAP*	$k+1$,
$k+10$	*SPR*	k.

*) Hierbij wordt het getal 1 in de opdracht zelf geplaatst; de adresinterpretatiebit is dus 1.

Nu zijn 11 in plaats van 40 opdrachten in het geheugen te schrijven, maar 110 opdrachten uit te voeren, de gehele bewerking duurt dus veel langer. (Er dient bovendien nog een telling te worden verricht, die bepaalt wanneer de cyclus tienmaal is uitgevoerd.)

Het tweede rijtje opdrachten wordt echter overbodig als de opdrachten op adressen k en $k+1$ oneven worden gemodificeerd met het getal 1. Voordat ze worden uitgevoerd, wordt het adresdeel van deze opdrachten dan met 1 vermeerderd en in deze vorm worden de opdrachten in het geheugen teruggeschreven. (De eerste maal moeten de adressen in dat geval $n-1$ en $n+9$ luiden, want het modificeren gebeurt ook bij

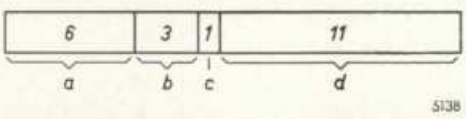


Fig. 12. Verdeling van de 21 bits van een opdracht: *a*) 6 bits geven de uit te voeren bewerking aan, *b*) 3 bits het te gebruiken register uit het modificatiegeheugen, *c*) 1 bit dient voor de zg. adres-interpretatie, *d*) 11 bits geven, als in (*c*) een 0 staat, het adres aan van het te bewerken getal in het geheugen. Als in (*c*) een 1 staat, moet de inhoud van (*d*) zèlf worden gebruikt als te bewerken getal.

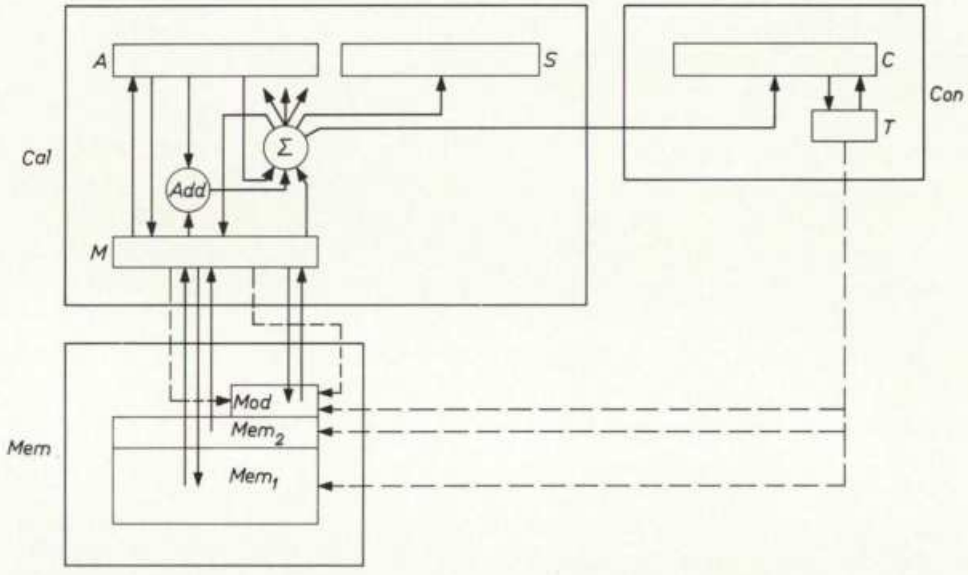
Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

de eerste keer dat de opdrachten worden uitgevoerd.) Het programma is dan gereduceerd tot de oorspronkelijke vier opdrachten plus een sprongopdracht, die 10 maal moeten worden uitgevoerd (de telling die hiervoor nodig is, wordt weer buiten beschouwing gelaten). Er zijn dus niet meer dan 5 opdrachten in het geheugen te schrijven en 50 opdrachten uit te voeren. De opdrachten met modificatie duren ieder slechts $1\frac{1}{2}$ µs langer dan de niet-gemodificeerde. Ten opzichte van de eerste methode treedt derhalve slechts een klein tijdverlies op, bij een grote besparing van ruimte in het geheugen. Ten opzichte van de tweede methode wordt in beide opzichten gewonnen.

De besturing van de PASCAL

Wij willen nu de besturing in de PASCAL meer in detail bekijken aan de hand van het blokschema van *fig. 13*. Hier zijn het rekenorgaan *Cal*, het besturingsorgaan *Con* en het geheugen *Mem* met hun registers getekend. Verder is aangegeven welke wegen kunnen worden gevolgd door getallen en opdrachten (getrokken lijnen) en door selectiesignalen (uitgangssignalen van selectieschakelingen; gestippelde lijnen).



5139

Fig. 13. Blokschema van de PASCAL met het rekenorgaan *Cal*, het besturingsorgaan *Con* en de geheugens *Mem*. In het rekenorgaan zijn de registers *A*, *M* en *S* getekend alsmede de opteller *Add*. Verder bevat het rekenorgaan de schakelaar Σ, die op bevel van het besturingsorgaan de aangegeven verbindingen kan maken tussen de verschillende registers en de opteller. Op deze wijze wordt het transport van de getallen en opdrachten verzorgd, zoals dit nodig is voor het uitvoeren van de bewerkingen (getrokken lijnen). De gestippelde lijnen geven de weg van selectiesignalen aan, nl. van het register *T* naar het geheugen voor het halen van de opdrachten en getallen (Mem_1 is het magneetringgeheugen, Mem_2 het stekergeheugen) en van het *M*-register naar het modificatiegeheugen *Mod* om de modificaties voor een opdracht te halen.

Wij zullen de werking van de machine volgen tijdens het halen en uitvoeren van een opdracht. Stel dat het opdrachtenpaar op adres 51 aan de beurt is. Het getal 51 bevindt zich dan in het register *T*, dat de selectie van het adres in het geheugen verzorgt. Verder stellen wij ons de meest algemene situatie voor, nl. dat van de voorafgaande bewerking nog een getal in het *A*-register is achtergebleven. Het geselecteerde woord met de twee opdrachten O_1 en O_2 komt uit het geheugen eerst in het *M*-register. Indien de opdrachten moeten worden gemodificeerd, moeten de juiste van de 8 modificatieregisters worden geselecteerd. Hiertoe dienen selectieschakelingen die verbonden zijn aan de drie cijferplaatsen van het *M*-register waar zich de modificatieselectiebits bevinden. De twee modificaties (voor elke opdracht één) moeten nu bij de opdrachten worden opgeteld. Hiervoor is het *A*-register nodig, zodat dit eerst moet worden schoongemaakt. Het oude rekenresultaat, dat hierin staat, moet worden bewaard. Het kan zolang in het besturingsregister *C* worden geplaatst, want de inhoud hiervan (het oude opdrachtenpaar) mag worden vernietigd. Het opdrachtenpaar zelf wordt uit *M* naar *A* gebracht, terwijl de geselecteerde modificaties, verschillend per woordhelft, naar *M* vloeien.

De opteller levert nu aan zijn uitgang de opdrachten in gemodificeerde vorm af, terwijl in *A* op dit moment nog de opdrachten in *on*gemodificeerde vorm aanwezig zijn. Afhankelijk van de soort modificatie (even of oneven nummer van het register), wordt een van deze beide vormen via *M* in het ge-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

heugen teruggeschreven. Het gemodificeerde opdrachtenpaar wordt naar C gebracht en het oude rekenresultaat tegelijkertijd weer in A teruggeplaatst.

Vervolgens moet met de uitvoering van de eerste opdracht worden begonnen (O_1). Daartoe wordt het adresdeel hiervan uit C overgenomen in T, om het getal waarmee de berekening moet worden uitgevoerd, uit het geheugen te selecteren. Het getal 51, dat in T stond, mag niet verloren gaan en wordt dus zolang op de overeenkomstige cijferplaatsen van C gezet. (Deze verwisseling is nodig, omdat slechts T een woord uit het geheugen kan selecteren.) Als het gewenste getal uit het geheugen in M is aangekomen, kan met de bewerking worden begonnen. Is dit een optelling, dan behoeft slechts de uit M en A onmiddellijk in *Add* gevormde som te worden overgenomen in A. Dit is hierboven reeds uiteengezet, evenals de gang van zaken bij de andere bewerkingen.

Als de bewerking is voltooid, geeft een signaal „klaar" aan dat nu in het C-register O_1 en O_2 moeten worden verwisseld, waarna op dezelfde wijze de tweede opdracht wordt uitgevoerd. Als ook het signaal „klaar" van de tweede opdracht is gegeven, moet een nieuw opdrachtenpaar uit het geheugen worden geselecteerd. Het adres van het oude opdrachtenpaar wordt daartoe met één vermeerderd in T geplaatst en de gehele cyclus wordt herhaald.

Speciale opdrachten van de PASCAL

In het organiseren en inbouwen van mogelijkheden voor speciale opdrachten heeft de ontwerper van rekenmachines nog gelegenheid zijn vindingrijkheid te demonstreren, en vooral hierdoor krijgen de vele tegenwoordig gebouwde machines een individueel karakter. In dit hoofdstuk willen we enkele bijzondere opdrachten die in de PASCAL gegeven kunnen worden, de revue laten passeren. We hebben reeds genoemd de conditionele sprongopdrachten. Een bijzondere vorm daarvan is de sprongopdracht die afhankelijk is van het resultaat van een voorafgegane vergelijkopdracht. Door een vergelijkopdracht, *VGL n*, wordt het getal op adres n vergeleken met het getal in A. De drie mogelijkheden: groter, gelijk, kleiner, worden vastgelegd in de stand van twee flip-flops. De bedoelde sprongopdracht luidt nu b.v.: Spring naar adres m indien het resultaat van de laatste vergelijking luidde: groter. De besturing onderzoekt daartoe de inhoud van de beide vergelijk-flip-flops en bepaalt daaruit of de sprong gedaan moet worden of niet. Er zijn dus drie sprongen van dit soort mogelijk.

Aangezien bij de PASCAL twee opdrachten per woord voorkomen en men zowel naar de helft O_1 als naar de helft O_2 wil kunnen springen, bestaan alle verschillende sprongversies nog in tweevoud; sprongen naar O_1 hebben een even opdrachtnummer, die naar O_2 een oneven nummer.

Voor het overbrengen van gegevens uit het trommelgeheugen naar het magneetringgeheugen en omgekeerd worden de transportopdrachten *TNK* (trommel naar kerntjes) en *KNT* gebruikt. Bij de bespreking van de geheugens is reeds vermeld dat bij de PASCAL een grote tijdbesparing is verkregen doordat 1) het transport in beide richtingen tegelijk kan plaatsvinden, 2) het transport op ieder tijdstip kan beginnen en 3) de machine onderwijl kan doorrekenen.

De PASCAL kent ook een tel- en een herhaalopdracht. Beide opdrachten mogen slechts in de helft O_2 voorkomen. Bij de telopdracht wordt in het adresdeel van de opdracht een telling bijgehouden hoeveel maal deze opdracht gepasseerd werd in het programma; na een vooraf instelbaar aantal malen wordt de erop volgende opdracht overgeslagen. Dit is een middel om uit een cyclus te geraken. Men kan zich b.v. voorstellen dat de telopdracht gevolgd wordt door een opdracht: „spring terug naar het begin van de cyclus"; dan zal deze terugsprong aanvankelijk geschieden, tot hij na het vooraf ingestelde aantal malen wordt overgeslagen.

Bij de herhaalopdracht wordt de helft O_1 van het opdrachtenpaar een vooraf instelbaar aantal malen uitgevoerd voordat het programma doorgaat. Op deze wijze kan men b.v. een vermenigvuldiging met 3 uitvoeren door een herhaalopdracht, ingesteld op 3 maal, mèt een optelopdracht in één paar te zetten. Het kost een half woord in geheugenruimte, doch geeft bij getalnotatie met vaste komma een winst in snelheid, aangezien drie optellingen daarbij korter duren dan één vermenigvuldiging.

Ten slotte willen wij hier nog bespreken de speciale opdrachten link-I en link-II, die dienen om over te gaan naar een zg. subroutine.

Een subroutine is een programma dat op zichzelf een meer of minder afgerond geheel vormt en dat om zijn nut en bruikbaarheid voor vele berekeningen in een standaardvorm is gegoten. Zodanige programma's heeft men meestal voor de berekening van b.v. $\sin x$, $\sqrt{x}$, $\log x$, e^x. De subroutines zijn meestal in voorraad op magnetisch band of op ponsband, en ze zouden in het programma kunnen worden tussengevoegd op de plaatsen waar ze nodig zijn. Het biedt echter voordelen om een subroutine op een willekeurige rij adressen in het geheugen te zetten, en op elke plaats in het (hoofd)programma

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

waar dit nodig is, een sprongopdracht naar het beginadres van de rij te geven. Na uitvoering van de subroutine moet de machine dan terugspringen naar de plaats waar het hoofdprogramma onderbroken werd. Omdat de subroutine op verschillende plaatsen van hetzelfde hoofdprogramma gebruikt moet kunnen worden, moet de sprongopdracht waardoor wordt teruggesprongen telkens verschillend luiden. Dit nu wordt automatisch verzorgd door de link-I-opdracht. In het adresdeel van deze opdracht wordt het adres vermeld waar de subroutine begint; door de link-opdracht wordt dan de subroutine in werking gesteld, maar tevens op het eerste adres van de subroutine een sprongopdracht geplaatst die een terugsprong aangeeft naar de juiste plaats in het hoofdprogramma. Men behoeft nu slechts ervoor te zorgen dat elke subroutine ten slotte naar zijn eerste adres terugspringt; de machine vindt daar dan de sprongopdracht die naar de juiste plaats in het hoofdprogramma terugleidt.

Nog flexibeler in het gebruik is de link-II-opdracht. Deze opdracht verwijst naar een subroutine via een „adresboek". Op een vaste plaats in het geheugen maakt men een lijstje van de plaatsen waar zich subroutines bevinden. Men doet dit in de vorm van sprongopdrachten naar hun respectieve beginadressen. In totaal mogen hierin 30 subroutines voorkomen. De link-II-opdracht stelt nu een subroutine in werking door te verwijzen naar het desbetreffende nummer van het lijstje, waarna het gaan naar de subroutine en het terugkomen in het hoofdprogramma zich geheel automatisch afspeelt.

Om toe te lichten hoe een link-II deze verwijzingen in zich herbergt, vermelden wij dat onder de 64 mogelijke opdrachten, met het door 6 bits aangegeven bewerkingsnummer 0 tot 63, er 32 zijn die hun 11 adresbits *niet* gebruiken in de eigenlijke betekenis van „plaats van een te halen of op te bergen getal". Dit zijn opdrachten waarbij geen getal wordt bewerkt, zoals o.a. de sprongopdrachten, de opdrachten *TNK* en *KNT* en de tel- en herhaalopdracht. Voor deze opdrachten zou dus een adres-interpretatiebit gelijk aan 1 geen zin hebben. Als ze toch gecombineerd zijn met een adres-interpretatiebit gelijk aan 1, stellen deze opdrachten (als we afzien van de tel- en herhaalopdracht) alle een link-II-opdracht voor, waarbij het bewerkingsnummer rechtstreeks het nummer van de subroutine in de lijst aangeeft. Het voordeel van de link-II-opdrachten is dat de programmeur hierdoor nog komt te beschikken over 30 bewerkingsnummers waarmee hij naar eigen behoefte bewerkingen kan aanduiden die de vorm van subroutines hebben, en dat hij, juist als bij de normale opdrachten, nog een adres in de opdracht beschikbaar heeft om het getal aan te geven waarmee hij die bewerking wil uitvoeren. Zo zou de ene programmeur deze opdrachten kunnen gebruiken om b.v. een optelling, aftrekking, vermenigvuldiging enz. van complexe getallen met zwevende komma uit te voeren, terwijl een ander ze misschien benut voor optelling, vermenigvuldiging enz. van matrices.

De pariteitscontrole

Het zal de lezer misschien zijn opgevallen dat in het bovenstaande is gesproken over een woordlengte van 42 bits, doch dat in tabel I telkens een totale woordlengte van 44 bits wordt genoemd. Dit verschil komt op rekening van de pariteitsbits. Deze cijfers, één per half woord, vormen een controlemiddel. Ze hebben geen betekenis in het getal of in de opdracht, maar zorgen ervoor dat het totaal aantal enen in de desbetreffende woordhelft oneven is.

Door een speciale inrichting bij het *M*-register wordt het aantal enen nagegaan en een pariteitsbit (1 of 0) toegevoegd, zodat elk woord dat uit het *M*-register naar het geheugen gaat, van twee juiste pariteitsbits is voorzien. Als een woord uit het geheugen het *M*-register binnenkomt, wordt het aantal enen opnieuw gecontroleerd. Als dit nu even blijkt te zijn, is er een fout geconstateerd en stopt de machine. Zijn er twee (of een even aantal) fouten per half woord, dan blijft dit op deze wijze onontdekt; de kans dat meer dan één fout optreedt, is echter veel kleiner.

Het registreren op magnetisch band — waarbij de kans op fouten meestal groter is — wordt behalve door deze twee pariteitsbits nog door extrabits beveiligd. De 44 bits van een woord worden in vier rijen over 14 sporen van de band geschreven. De resterende 12 plaatsen worden door controlebits ingenomen.

In- en uitvoermogelijkheden bij de PASCAL

Voor de invoer kan bij de PASCAL gebruik worden gemaakt van ponsband, ponskaarten of magnetisch band. Als uitvoerorganen zijn beschikbaar een schrijfmachine, een bandponser, een kaartponser, een regeldrukker en magnetische bandapparaten.

De schrijfmachine heeft in vergelijking met de andere uitvoerorganen een zeer geringe snelheid. Hij wordt daarom in hoofdzaak gebruikt om in het programma verwerkte aanwijzingen te geven aan het bedieningspersoneel (dat van het rekenvraagstuk niet op de hoogte behoeft te zijn). Dit kan b.v. de aanwijzing zijn dat een nieuwe rol magnetisch band moet worden aangebracht in één van de magnetische bandapparaten van het geheugen.

De bandponser, de kaartponser en de magnetische band worden gebruikt als de verkregen uitkomsten later opnieuw door de machine moeten worden verwerkt. Als de uitkomsten in leesbare vorm beschikbaar moeten komen, wordt gebruik gemaakt van een regeldrukker, die een gehele regel van 90 tekens tegelijkertijd afdrukt en die dit met een snelheid

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

van $2\frac{1}{2}$ regel per seconde doet. Deze snelheid is veelal nog te klein om tijdens de werking van de machine de uitkomsten te drukken. In dat geval kan een magnetisch bandapparaat worden gebruikt om de informatie zeer snel te registreren. Een afzonderlijk toestel kan deze gegevens daarna groepsgewijs van de band aflezen en toevoeren aan een snelle regeldrukker, die 10 regels van 120 tekens per seconde afdrukt.

Bijzonderheden in de constructie van de PASCAL

De PASCAL is samengesteld uit verwisselbare bouwelementen. De grootte van die elementen is bepaald door het rekenorgaan, waar de onderdelen van de registers *A*, *M* en *S*, van de optelschakeling en van de schakelaar Σ die betrekking hebben op een enkele cijferplaats, in één element zijn samengenomen (*fig. 14*). Het rekenorgaan heeft daardoor 42 identieke elementen. Een voordeel van dit systeem is, dat tussen de bouwelementen onderling niet veel verbindingen nodig zijn, zodat de bedrading van de machine voor een dergelijke ingewikkelde apparatuur nog betrekkelijk eenvoudig is. De grootte van de bouwelementen bleek eveneens zeer geschikt te passen voor de rest van de machine, zodat de PASCAL in totaal 125 elementen van dezelfde afmetingen heeft, die zijn ondergebracht in een kast van $50 \times 190 \times 270$ cm (*fig. 15*). Deze kast bevat ook de gestabiliseerde voedingsapparatuur, het magneetringgeheugen en het modificatiegeheugen. *Fig. 16* toont de achterkant van de kast met geopende deuren, zodat de bedrading zichtbaar is. Aangezien ten tijde van het ontwerp nog niet de geschikte snelle transistors voor een aantal functies in de machine beschikbaar waren, bevat de machine ca. 1200 buizen. Het aantal transistors bedraagt tegen de 10000, en er zijn omstreeks 15000 germaniumdiodes gebruikt.

De warmteontwikkeling in de kast bedraagt ca. 10 kW. De kast vormt, als de voordeuren gesloten zijn, een hermetisch gesloten geheel. Daarbinnen circulerende lucht voert de warmte af en geeft deze in een koeler af aan leidingwater. Het openen van de deuren aan de achterzijde verstoort de luchtcirculatie niet, zodat de bedrading, met alle punten die belangrijk zijn voor de controle, tijdens het werken van de machine vrij toegankelijk blijft. In fig. 16 is in de zijkant van de kast nog zichtbaar hoe de vermogenstransistors voor de stabilisatie van de voedingsspanningen worden gekoeld. Ze zijn gemonteerd op metalen strippen, die één geheel vormen met buizen waardoor leidingwater stroomt.

De bediening van de PASCAL geschiedt geheel vanaf de bedieningslessenaar (zie fig. 11, en

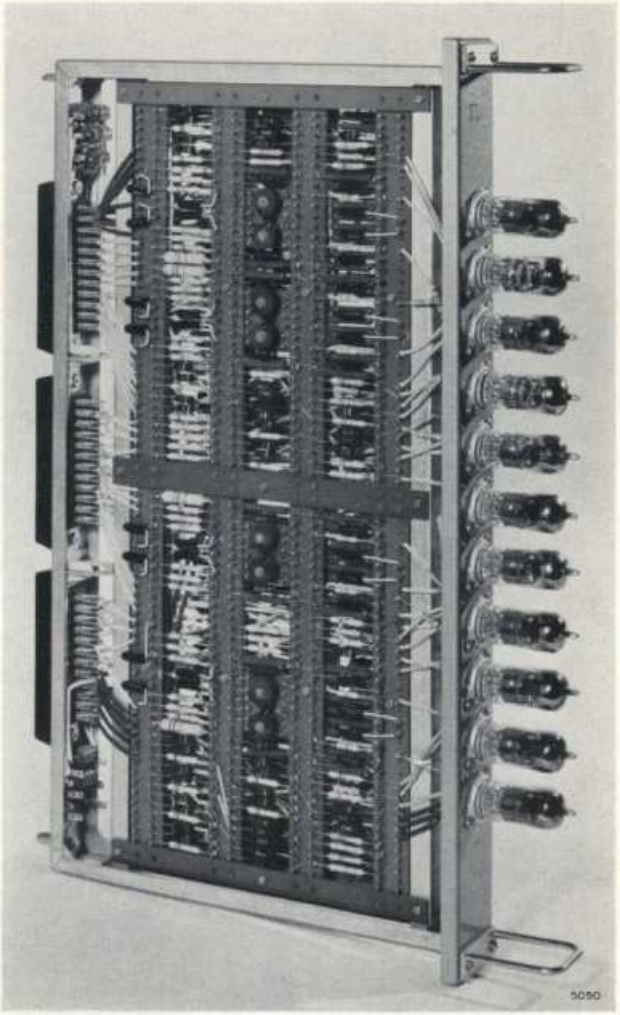


Fig. 14. Bouwelement van het rekenorgaan. In dit verwisselbare element zijn alle schakelingen verenigd die behoren bij één cijferplaats van het rekenorgaan. Dit omvat de flip-flops van de registers *A*, *M* en *S* alsmede de optelschakeling *Add* en de schakelaar Σ. Daar de te gebruiken getallen 42 binaire cijfers hebben, bevat het gehele rekenorgaan 42 van deze bouwelementen.

fig. 2). Op een opstaand paneel bevinden zich de schakelaars voor het starten en stoppen van de machine zowel als schakelaars voor een vertraagde werking, om tijdens het onderhoud de verschillende operaties eventueel op het oog te kunnen volgen. Indicatielampjes geven op de linkerhelft van het paneel de inhoud aan van de *S*-, *A*- en *M*-registers, en op de rechterhelft de inhoud van het besturingsregister *C* en van *T*. De onderste rij indicatielampjes links toont voortdurend de inhoud van een willekeurig geheugenadres, dat met behulp van schakelaars rechts op het paneel kan worden geselecteerd. Verdere indicatielampjes tonen de toestand van de beide flip-flops voor de vergelijkopdracht (zie blz. 15), de stand van zaken bij onder handen zijnde transporten, en het eventueel optreden van pariteitsfouten. Een meter in het midden van het paneel

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

geeft aan gedurende welk percentage van de tijd de machine werkelijk „rekent"; de resterende tijd is gemoeid met wachten op transporten of op in- en uitvoer. In het blad van de lessenaar bevindt zich het stekergeheugen. Rechts onder op het paneel bevinden zich de drukknoppen van het adres 0.

Geheel rechts op de lessenaar bevindt zich de ponsbandlezer waarmee programma's worden ingezijn, hebben daarentegen over het algemeen een 10 maal zo kleine rekensnelheid en ook een kleiner geheugen.

De moderne commerciële rekenmachines die, wat betreft hun rekensnelheid, vergelijkbaar zijn met de PASCAL, bevatten meestal een omvangrijker magneetringgeheugen. Het nadeel van de PASCAL in dit opzicht wordt echter grotendeels ondervangen

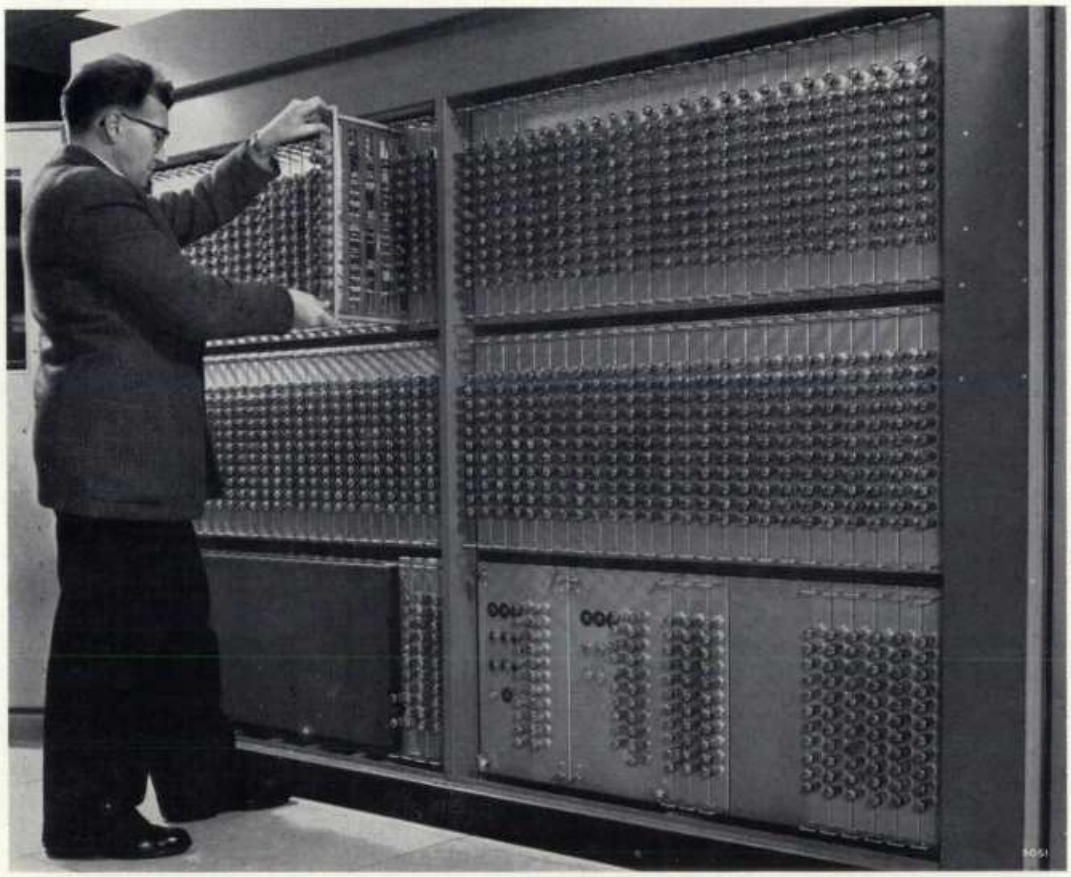


Fig. 15. Voorzijde van de kast waarin de belangrijkste onderdelen van de PASCAL zijn geplaatst (zie fig. 2), met geopende deuren. De bovenste rij bouwelementen (vgl. fig. 14) vormt het rekenorgaan. De middelste rij vormt het besturingsorgaan. Daarbeneden bevinden zich rechts het magneetringgeheugen en het modificatiegeheugen en links de voedingsapparatuur. Als de kast gesloten is, wordt de ontwikkelde warmte afgevoerd door circulerende lucht, die op zijn beurt wordt gekoeld met leidingwater.

voerd, links staat de elektrische schrijfmachine. De papierbandponser bevindt zich in een lade van de lessenaar.

Zoals reeds is gezegd, behoren de PASCAL en de STEVIN, met hun opteltijd van 10 μs, tot de klasse der snelle machines; er bestaan echter op verschillende plaatsen in de wereld ook reeds ontwerpen voor machines met een ca. 10 maal zo grote rekensnelheid [4]). De machines die het meest in gebruik door de snelle transporten tussen het trommelgeheugen en het magneetringgeheugen. Pas wanneer er minder dan 8 kortdurende bewerkingen (zoals optellingen) per getransporteerd woord moeten

[4]) Een opsomming van digitale elektronische rekenmachines die op het ogenblik in de handel of in ontwikkeling zijn, vindt men b.v. in: Martin H. Weik, A survey of domestic electronic digital computing systems, United States Department of Commerce, Office of Technical Services, 1955; Isaac L. Auerbach, European electronic data processing — A report on the industry and the state-of-the-art, Proc. Inst. Radio Engrs. **49**, 330-348, 1961 (no. 1).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

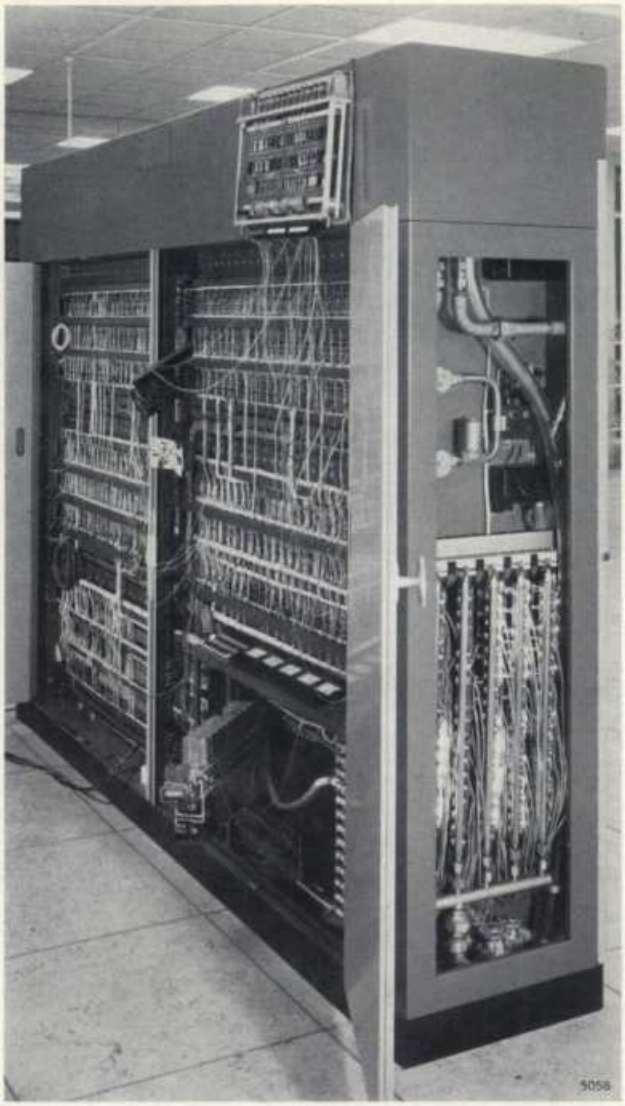


Fig. 16. De achterzijde van de kast van fig. 15, tijdens het beproeven van de machine. De deuren zijn geopend, zodat de bedrading zichtbaar is. In de zijkant van de kast zijn een reeks vermogenstransistors zichtbaar, die dienen voor de stabilisatie van de voedingsspanningen. Ter wille van de koeling zijn ze gemonteerd op metalen strippen, die zijn bevestigd aan buizen waardoor leidingwater stroomt. De gloeilampjes die op de foto zichtbaar zijn, staan elk in serie met een transistor en zorgen voor een gelijke verdeling van de stroom over de transistors. Tevens dienen ze als veiligheid met indicatie.

worden uitgevoerd, geven deze transporten een ernstige vermindering van de rekensnelheid.

Ten aanzien van de STEVIN kan nog worden opgemerkt dat deze machine sneller is dan voor het oplossen van de meeste administratieve problemen nodig is — hij is immers identiek met de PASCAL, die voor wetenschappelijk rekenwerk is ontworpen. De grote snelheid vormt hier een compensatie voor het feit dat de STEVIN enkele voorzieningen mist die gebruikelijk zijn in machines die speciaal zijn ontworpen voor administratief werk.

Samenvatting. De in het Philipslaboratorium te Eindhoven ontwikkelde digitale elektronische rekenmachine PASCAL is een binaire machine van het 1-adrestype met een woordlengte van 42 bits (per woord wordt één getal of twee opdrachten gegeven). De machine heeft als snel werkgeheugen een magneetringgeheugen dat 2016 woorden bevat, en als langzame geheugens een trommelgeheugen met 16 384 woorden en enige magnetische bandapparaten waarmee 10^6 woorden per rol magnetisch band kunnen worden geregistreerd. Voorts is er een klein geheugen waarin met de hand 15 woorden kunnen worden aangebracht door stekers en één woord door drukknoppen, en een modificatiegeheugen van 8 woorden.

Er kan worden gerekend in notatie met vaste of met zwevende komma; bij deze laatste notatie heeft het breukgedeelte een lengte van 33 bits plus een tekenbit, en de exponent een lengte van 7 bits plus een tekenbit (nauwkeurigheid 10 decimalen). Bij de notatie met vaste komma (nauwkeurigheid 12 decimalen) duurt een optelling ca. 10 μs en een vermenigvuldiging ca. 71 μs. Deze grote snelheid is bereikt doordat met speciale logicaschakelingen de overdrachten in de opteller zeer snel worden bepaald en doordat het transporteren van de getallen in het rekenorgaan, zoals dat nodig is voor een berekening, via een speciale schakeling (de 6-wegschakelaar Σ) zeer efficiënt verloopt. Gemiddeld worden 60 000 opdrachten per seconde verwerkt.

Het invoeren van de programma's en het uitvoeren van de resultaten gebeuren met ponsband, ponskaarten of magnetisch band; voor de uitvoer kan bovendien een regeldrukker worden gebruikt.

Voordat een opdracht, die in getalvorm is gecodeerd, wordt uitgevoerd, kan hij worden veranderd door er een woord uit het modificatiegeheugen bij op te tellen. De opdracht kan daarna in oorspronkelijke of in gemodificeerde vorm in het geheugen worden teruggeschreven. De PASCAL heeft de beschikking over verschillende bijzondere opdrachten, b.v. de tel- en herhaalopdrachten, en de zg. link-opdrachten, die zorgen voor het overgaan naar subroutines die op willekeurige plaatsen in het geheugen zijn opgeborgen. Ook zijn er speciale opdrachten voor het transporteren van gegevens uit het trommelgeheugen naar het magneetringgeheugen en omgekeerd. Dit transport kan tegelijkertijd in twee richtingen plaatsvinden, terwijl de machine blijft doorrekenen, zij het met iets verminderde snelheid (deze vermindering bedraagt hoogtens 15%).

In het artikel wordt na een korte uiteenzetting over het rekenen in het binaire stelsel een overzicht gegeven van de hoofdonderdelen die elke digitale elektronische rekenmachine bevat. Aan de hand van deze indeling wordt een algemeen overzicht gegeven van de werking van dergelijke rekenmachines. In het tweede deel van het artikel worden de hierboven gegeven bijzonderheden van de PASCAL besproken. Na enige bijzonderheden over de bouw van de PASCAL, o.a. wat betreft de koeling (er zijn 1200 buizen, 10 000 transistors en 15 000 diodes), worden aan het slot enkele opmerkingen gemaakt over de PASCAL in vergelijking met andere machines.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

BEREIDING VAN PERSMATERIAAL VOOR GRAMMOFOONPLATEN

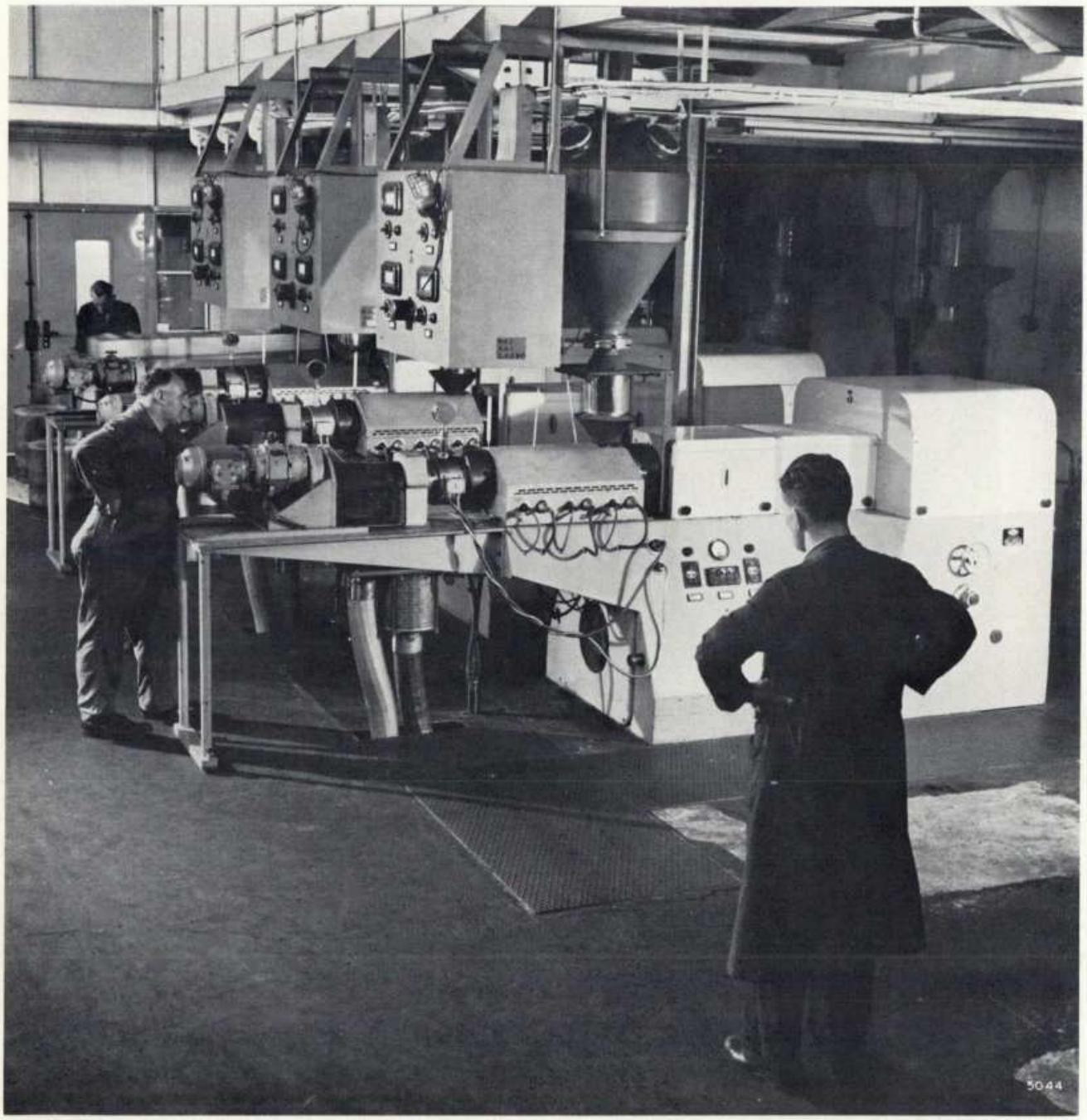


Foto Maurice Broomfield

Bovenstaande foto geeft een gedeelte van de installatie weer die bij Philips' Phonographische Industrie te Baarn kunststofkorrels bereidt voor de fabricage van microgroefgrammofoonplaten. Een poedervormig mengsel, bereid op het bordes dat bovenaan op de foto nog juist zichtbaar is, zakt uit de conische, van polyvinylchloride vervaardigde, bunker omlaag langs een permanente magneet, die het mengsel van ijzerdeeltjes ontdoet. Het komt dan in een elektrische oven. Deze is verdeeld in drie zones met verschillende temperaturen, die door regelaars (in de kast naast de bunker) op de juiste waarde worden gehouden. Twee transportschroeven leiden het poeder door de drie zones. Het wordt daarbij achtereenvolgens gecomprimeerd en „gecompoundeerd" (tot een homogene massa gekneed). Deze massa wordt door een spuitkop met matrijs naar buiten gestuwd in de vorm van een aantal strengen, elk van ca. 5 mm middellijn.

Meer naar links op de foto is de granuleerinrichting te zien. Hierin snijden roterende messen de nog warme strengen tot korrels. Deze vallen omlaag en komen terecht in een krachtige luchtstroom, die door een filter is gezuiverd en die de korrels afkoelt en ze tevens transporteert. Van dit korrelmateriaal worden de microgroefplaten geperst [1]).

[1]) Zie Philips techn. T. **17**, 41, 1955.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

NIEUWE ONTWIKKELINGEN OP HET GEBIED VAN OXYDEKATODES

I. OXYDEKATODES VOOR BELASTINGEN VAN 1 TOT 2 A/cm²

II. EEN OXYDEKATODE MET HALFWATTGLOEIDRAAD VOOR KATODESTRAALBUIZEN

Oxydekatodes die belast mogen worden met een stroomdichtheid welke enige malen zo groot is als bij gewone oxydekatodes en die daarbij een levensduur van enige duizenden uren bereiken, vormen het onderwerp van het eerste der hier volgende artikelen. Hoewel deze nieuwe oxydekatodes in toelaatbare stroomdichtheid de L-katode niet evenaren, hebben ze boven deze laatste als voordelen een lagere prijs en een lagere werktemperatuur. Dank zij de lagere temperatuur vormt de isolatie tussen gloeidraad en katode geen probleem.

In bepaalde gevallen hecht men veel waarde aan een minimaal verbruik door de gloeidraad, zoals bij katodestraalbuizen in geheel getransistoriseerde apparaten, met voeding uit een batterij: getransistoriseerde televisieontvangers, televisiecamera's, oscilloscopen, enz. Het tweede artikel gaat over een oxydekatode voor dit soort toepassingen, waarvan de gloeidraad slechts 0,5 W verbruikt.

I. OXYDEKATODES VOOR BELASTINGEN VAN 1 TOT 2 A/cm²

door H. J. LEMMENS *) en P. ZALM *).

621.3.032.213.23: 621.3.032.213.63/.64

Als maximaal toelaatbare belasting van oxydekatodes in vacuümbuizen wordt gewoonlijk gesteld dat de gemiddelde stroomdichtheid aan het katodeoppervlak niet groter mag zijn dan 0,5 tot 1 A/cm² [1]). Deze beperking wordt veroorzaakt door de weerstand van de oxydelaag en door eventuele aanwezigheid van een zg. tussenlaagweerstand. Bij toenemende belasting neemt de dissipatie I^2R in de oxydelaag (weerstand R) toe met het kwadraat van de geëmitteerde stroom I, terwijl het vermogen dat de geëmitteerde elektronen aan de katode onttrekken, slechts evenredig met I toeneemt (het is namelijk gelijk aan

$$I(\varphi + V_m + \frac{2kT}{e}),$$

waarin φ de uittreepotentiaal is, V_m de potentiaalbarrière (van de orde van enkele tiende volts) die door de ruimtelading wordt veroorzaakt, k de constante van Boltzmann, T de absolute temperatuur van de katode, en e de lading van het elektron). Vanaf een zekere stroom I is I^2R dus groter dan het door de elektronen onttrokken vermogen. De emitterende laag kan daarbij oververhit raken, waardoor de elektronenstroom niet langer constant blijft en de oxydelaag beschadigd wordt [2]).

Voor belastingen groter dan 1 A/cm² geeft men dan ook in het algemeen de voorkeur aan zg. naleveringskatodes [3]) boven oxydekatodes. Bij naleveringskatodes wordt een poreus lichaam van wolfraam geactiveerd door adsorptie van Ba en BaO. De stoffen zijn hetzij afkomstig van een onder het poreuze wolfraamlichaam gelegen voorraadkamertje (L-katode [4])), hetzij opgenomen *in* dit lichaam zelf (geïmpregneerde katode [5])). Bij deze naleveringskatodes overheerst het *metallieke* karakter van het emitterende oppervlak. De dikte van de emitterende laag is kleiner dan 1 μ, derhalve is de weerstand R van de laag zeer klein. Aan deze katodes zijn echter twee nadelen verbonden. Het eerste is de relatief hoge prijs (een gevolg van de nogal ingewikkelde constructie), waardoor hun gebruik beperkt is gebleven tot speciale buizen. Het tweede nadeel is dat ze op een hogere temperatuur moeten werken dan oxydekatodes (naleveringskatodes op 1050-1100 °C), oxydekatodes op 740-830 °C, hetgeen

*) Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven.

[1]) D. A. Wright, A survey of present knowledge of thermionic emitters, Proc. Instn. Electr. Engrs., part III, **100**, 125-142, 1953.
A. H. W. Beck, High-current-density thermionic emitters: a survey, Proc. Instn. Electr. Engrs., part B, **106**, 372-390, 1959.

[2]) Wij beperken onze beschouwingen over de maximaal toelaatbare belasting van oxydekatodes tot de invloed die deze belasting op het emitterend vermogen van de katode heeft, en laten onbesproken de grenzen die aan deze belasting worden gesteld door de invloed van de genoemde serieweerstand op de karakteristiek van de elektronenbuis.

[3]) A. Venema, Naleveringskatodes, I. Inleiding en overzicht, Philips techn. T. **19**, 226-228, 1957.

[4]) H. J. Lemmens, M. J. Jansen en R. Loosjes, Een nieuwe thermisch emitterende katode voor zware belastingen, Philips techn. T. **11**, 349-358, 1949.

[5]) R. Levi, Naleveringskatodes, III. De geïmpregneerde katode, Philips techn. T. **19**, 235-239, 1957.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

van belang is in gevallen waarin men het verbruik van de gloeidraad zo klein mogelijk wenst. Bovendien veroorzaakt de hogere temperatuur moeilijkheden met de isolatie tussen gloeidraad en katode.

Functies van de oxydelaag

De voor de hand liggende oplossing van de moeilijkheid betreffende de weerstand van oxydekatodes is ogenschijnlijk dat men de emitterende laag van deze katodes eveneens zeer dun maakt (b.v. 5 tot 20 μ). Men zal hiertoe des te meer geneigd zijn sinds bekend is dat de uittreearbeid van katodes met zo'n dunne oxydelaag dezelfde is als van katodes met de gebruikelijke laagdikte van ca. 80 μ. De genoemde oplossing faalt echter als er ook nog een redelijke levensduur van de katode wordt gevraagd. Dit is direct in te zien als we de verschillende functies van de oxydelaag nagaan. De belangrijkste functie is natuurlijk die van het emitteren van elektronen. Nauwelijks minder belangrijk echter is de functie van voorraadschuur, vanwaaruit het emitterende oppervlak wordt aangevuld [6]). Zoals uit verschillende onderzoekingen is gebleken [7]), bestaat bij normale barium-strontiumoxydekatodes de emitterende laag, gevormd door kristalletjes (Ba,Sr)O, aan het grensvlak van oxyde en vacuüm uit vrijwel zuiver SrO. Deze laag SrO is aan het oppervlak — en misschien ook in het inwendige van de kristalletjes — geactiveerd door Ba en bepaalt de uittreearbeid van de katode. Zoals we aanstonds zullen zien, wordt er Ba verbruikt (dat deels in silikaat wordt gebonden, deels als metaal vrijkomt en verdampt); voor het in stand houden van de katode moet er dus Ba uit de voorraad worden nageleverd, en dit gebeurt door reactie van het BaO met de activators die in het nikkel van de katode aanwezig zijn (Al, Mg, Si, enz.) [8]), en waarschijnlijk ook als gevolg van elektrolyse van de oxydelaag [6]).

Een consequente scheiding van de twee genoemde functies van de oxydelaag — de functies dus van elektronen emitteren en barium leveren — heeft geleid tot de ontwikkeling van twee typen oxydekatode voor zware belastingen:

a) een voorraadkatode, voor een stroomdichtheid van 1,5 tot 2 A/cm², en
b) een dubbellaagkatode, voor een stroomdichtheid van 1 tot 1,5 A/cm².

De voorraadoxydekatode

Een van de mogelijke constructies van een voorraadoxydekatode is weergegeven in *fig. 1*. Een nikkelen busje *1* is aan de bovenkant ingedrukt,

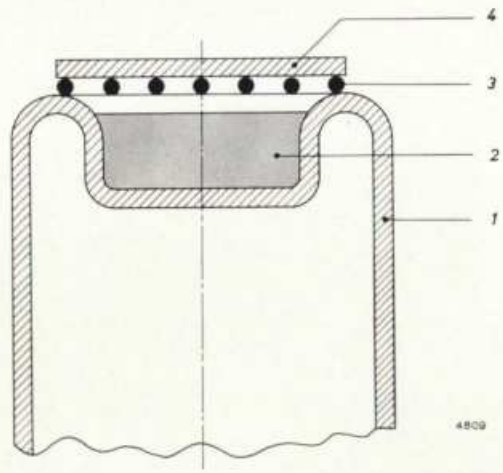


Fig. 1. Doorsnede van een voorraadoxydekatode. *1* nikkelen busje. *2* voorraadkamertje, gevuld met b.v. (Ba,Sr)O. *3* nikkelgaas (duidelijkheidshalve veel te grof getekend). *4* emitterende laag.

zodat hier een kamertje *2* is gevormd. Dit is gevuld met de voorraad, b.v. (Ba,Sr)O. Het kamertje is gesloten door een nikkelgaasje *3*, waarop de emitterende oxydelaag *4* is aangebracht.

Het doel van deze constructie is het elimineren van de reeds genoemde bezwaren van normale oxydekatodes: de vorming van een tussenlaagweerstand, de hiermee samenhangende wijziging van de samenstelling van de emitterende laag tijdens de levensduur, en het ontstaan van serieweerstand in de oxydelaag.

Vermijden van de tussenlaagweerstand

Bij normale oxydekatodes heeft het katodenikkel twee functies: die van drager van de emitterende laag en die van bron van activerende elementen (Al, Mg, Si, enz.). Bij de keus van de samenstelling van het katodenikkel is het noodzakelijk ervoor te zorgen dat de produkten van de reactie tussen de activators en Ba geen excessief grote weerstand tussen het nikkel en het oxyde gaan vormen. Anderzijds verlangt men dat er voldoende Ba voor de emitterende laag wordt geproduceerd. Met de constructie volgens fig. 1 kan men door een geschikte keus van de samenstelling van het gaasnikkel voorkomen dat tussen gaas en oxyde een tussenlaagweerstand ontstaat; barium voor het activeren van

---

[6]) L. S. Nergaard, The physics of the cathode, R. C. A. Rev. **18**, 486-511, 1957.
[7]) H. Gaertner, Electron diffraction on oxide-coated filaments, Phil. Mag. **19**, 82-103, 1935.
J. A. Darbyshire, Diffraction of electrons by oxide-coated cathodes, Proc. Phys. Soc. London **50**, 635-641, 1948.
H. Huber en S. Wagener, Die kristallographische Struktur von Erdalkaligemischen. Untersuchungen mit Hilfe von Röntgen- und Elektronenstrahlen an Oxydkathoden, Z. techn. Phys. **23**, 1-12, 1942.
[8]) E. S. Rittner, A theoretical study of the chemistry of the oxide cathode, Philips Res. Repts. **8**, 184-238, 1953.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

de emitterende laag is immers afkomstig uit het kamertje door reactie van de vulling met activators uit het nikkelen busje en met eventueel bijgevoegde metaalpoeders. Als het nikkel van het busje Si als activator bevat, zijn, naar is gebleken, de volgende vullingen geschikt:
(Ba,Sr)O, eventueel gemengd met 3 gew.-% Ti (toegevoegd als titaanhydride), en
$BaAl_2O_4$ met 25 gew.-% Ti.

De reactie tussen BaO en Ti verloopt volgens

$$BaO + \tfrac{1}{2}Ti \rightleftarrows Ba\ (g) + \tfrac{1}{2}TiO_2, \quad . \ . \quad (1)$$

in welke vergelijking (g) aanduidt dat het barium ontstaat in de gasvorm. De evenwichtsdampdruk p_{Ba} van het barium (in mm Hg) wordt bij deze reactie gegeven door

$$\log p_{Ba} = -\frac{14\,000}{T} + 8{,}72$$

(met T in °K) en bij de reactie

$$BaAl_2O_4 + \tfrac{1}{2}Ti \rightleftarrows Ba\ (g) + Al_2O_3 + \tfrac{1}{2}TiO_2 \quad (2)$$

door

$$\log p_{Ba} = -\frac{19\,400}{T} + 7{,}6.$$

Dit betekent dat de Ba-dampdruk, bij een werktemperatuur $T = 1050$ °K, bij reactie (1) maximaal $2{,}5 \times 10^{-5}$ mm Hg bedraagt, en bij reactie (2) maximaal slechts $1{,}6 \times 10^{-11}$ mm Hg. Deze gegevens zijn van belang voor de toepassing van de voorraadkatodes. Betreft het buizen waarin de vacüumcondities niet al te best zijn — b.v. doordat grondig ontgassen van de metalen onderdelen niet goed mogelijk is —, dan is enige ontwikkeling van bariumdamp gunstig, omdat deze damp vergiftiging van de katode door restgassen tegengaat. Daarentegen kan in buizen met een zeer hoog vacuüm een zo laag mogelijke Ba-dampdruk wenselijk zijn om emissie van het rooster, als gevolg van erop neergeslagen Ba, zoveel mogelijk te voorkomen.

De nadelige gevolgen van de reactie van de activator in het katodenikkel met het BaO in normale oxydekatodes blijven niet beperkt tot de vorming van een tussenlaagweerstand, ook de samenstelling van de oxydelaag wordt erdoor gewijzigd. Bij gebruik van katodenikkel met b.v. 0,1 gew.-% Si als activator kan ruim 10% van het aanwezige BaO worden gebonden als Ba_2SiO_4 [9]) in het grensvlak tussen katodenikkel en oxydelaag (bij deze schatting is gedacht aan een katode die met 10 mg (Ba, Sr) O per cm² is bedekt en waarvan het katodenikkel 100 μ dik is). Bovendien zal in dit geval even-

[9]) Volgens röntgen- en chemische analyse is de samenstelling van de tussenlaag: $(Ba_{0,8},Sr_{0,2})_2SiO_4$.

veel Ba verdampen als bariummetaal als er Ba wordt gebonden als silikaat, volgens de reactie

$$4\ BaO + Si \rightleftarrows Ba_2SiO_4 + 2\ Ba\ (g).$$

Beperken van serieweerstand in de oxydelaag

De serieweerstand van de oxydelaag is al genoemd als een van de bezwaren van de normale oxydekatode. Bij een voorraadoxydekatode echter kan de emitterende oxydelaag relatief dun zijn, en daardoor de serieweerstand laag. Door de grotere toelaatbare belasting van deze katode mag men de temperatuur lager kiezen dan bij gewone (Ba,Sr)O-katodes. Hierdoor vermindert het dichtsinteren van de oxydelaag, en dit betekent o.a. dat de weerstand van de laag minder sterk toeneemt. De geleiding van de emitterende laag wordt namelijk grotendeels bepaald door elektronentransport door de poriën heen die zich tussen de kristalletjes bevinden [10]). Bovendien zal een meer open structuur een betere nalevering van Ba naar het grensvlak oxydelaag-vacuüm waarborgen.

Een andere mogelijkheid om het dichtsinteren tegen te gaan, is, als emitterende laag in plaats van (Ba,Sr)O een ander oxyde of een oxydische verbinding te kiezen. Geschikte stoffen hiervoor zijn, zoals is gebleken, b.v. SrO, (Ca,Sr)O en CaO. Als emitterende laag sinteren deze stoffen tijdens het werken van de katode in mindere mate dicht dan (Ba,Sr)O, wat dus eveneens tot resultaat heeft dat de serieweerstand minder snel toeneemt.

Resultaten met voorraadoxydekatodes

Uit het voorgaande zal duidelijk zijn dat tussen gewone oxydekatodes en voorraadoxydekatodes geen principieel onderscheid bestaat. Laatstgenoemde echter hebben gunstiger eigenschappen dan de eerste. Om deze aan te tonen, herinneren we eerst aan een uitspraak van Nergaard: „Iedere katode verkeert in evenwicht met zijn omgeving" [6]). Het is b.v. mogelijk, een normale (Ba,Sr)O-katode gedurende lange tijd continu te belasten met 1 A/cm² mits door zorgvuldig pompen en ontgassen van de onderdelen de restgassen in voldoende mate uit de buis zijn verwijderd. Men kan in zulk een buis katodenikkel met gering activatorgehalte gebruiken, zodat tijdens de levensduur de samenstelling van de oxydelaag niet veel verloopt en geen belangrijke tussenlaagweerstand wordt gevormd. Een voorraadkatode echter waarvan het busje bestaat uit

[10]) R. Loosjes en H. J. Vink, The conduction mechanism in oxide-coated cathodes, Philips Res. Repts. **4**, 449-475, 1949.
R. Loosjes en H. J. Vink, Het geleidingsvermogen van de oxydekatode, Philips techn. T. **11**, 275-282, 1949.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

met Si geactiveerd nikkel, de vulling uit (Ba,Sr)O en de emitterende laag op het gaasje eveneens uit (Ba,Sr)O, blijkt bij een constante belasting van 1,5 A/cm² een levensduur te kunnen bereiken van meer dan 5000 uur (*fig. 2*, krommen *a* en *b*), onder omstandigheden waarbij een gewone oxydekatode nog geen 200 uur leeft (fig. 2, kromme *c*).

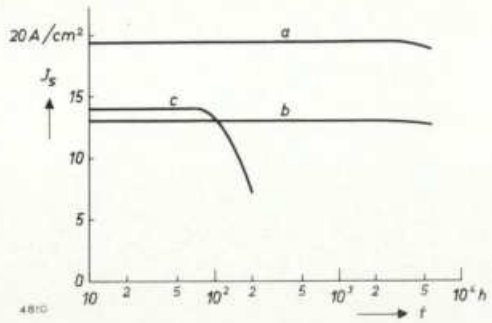


Fig. 2. Verzadigingsstroomdichtheid J_s (gemeten met impulsen) van verschillende oxydekatodes, als functie van de tijd t gedurende welke ze continu belast zijn geweest met 1,5 A/cm². De krommen *a* en *b* hebben betrekking op voorraadoxydekatodes volgens fig. 1, diameter emitterend oppervlak 1,5 mm, kamertje gevuld met (Ba,Sr)O met 3% Ti emitterende laag (Ba,Sr)O; kromme *a* geldt voor 780 °C, kromme *b* voor 730 °C. Kromme *c* heeft betrekking op een gewone oxydekatode bij 820 °C.

Katodes waarvan de emitterende laag bestaat uit SrO, CaO of (Ca,Sr)O-mengkristallen, verschillen in eigenschappen slechts weinig van (Ba,Sr)O-katodes: katodes met SrO hebben nagenoeg dezelfde uittreearbeid als die met (Ba,Sr)O, katodes met CaO een iets grotere, en katodes met (Ca,Sr)O misschien een iets kleinere. Bij de laatstgenoemde katodes zijn de eigenschappen optimaal met 60 mol.-% CaO.

De uittreearbeid van katodes kan in principe bepaald worden uit de formule van Richardson:

$$J_s = A\,T^2 \exp\left(-\frac{e\varphi}{kT}\right),$$

waarin J_s de verzadigingsstroomdichtheid is. Bij een oxydekatode echter is het emitterend oppervlak niet homogeen, d.w.z. de uittreearbeid is niet voor alle plaatsen dezelfde. Men geeft daarom de — volgens een of andere methode gewogen — gemiddelde waarde van de grillig over het oppervlak verdeelde uittreearbeid. De hieronder gegeven waarden zijn verkregen, hetzij uit de helling van de lijn $\ln J_s/T^2$ als functie van $1/T$, hetzij door voor A de waarde 120 A/cm²(°K)² in te vullen. Voor (Ca,Sr)O-katodes vindt men volgens de eerste methode een uittreearbeid van 1 eV; de tweede methode levert 1,37 eV bij 900 °K en 1,42 eV bij 1020 °K.

De dubbellaagkatode

Na hetgeen is gezegd over de voorraadoxydekatode, kan het principe van de dubbellaagkatode eenvoudig worden uiteengezet. De dubbellaagkatode wijkt in slechts één opzicht af van de gewone oxydekatode. Wordt bij deze laatste de activering met Ba verkregen door reactie van het BaO met een activator die afkomstig is uit het katodenikkel, bij de dubbellaagkatode is de activator geheel of gedeeltelijk *in* de oxydelaag aangebracht. Er wordt namelijk aan het $(Ba,Sr)CO_3$ dat op de nikkelen drager wordt gespoten, Ti of Zr (in de vorm van titaan- resp. zirkoniumhydride) toegevoegd. Daar de aanwezigheid van de activator in de gehele emitterende laag een ongunstige invloed op de emissie-eigenschappen blijkt te hebben, wordt op de zoëven genoemde laag een tweede laag aangebracht, die geen activator bevat. Deze tweede laag kan bestaan uit $(Ba,Sr)CO_3$, $(Ca,Sr)CO_3$, $(Ba,Ca,Sr)CO_3$, enz. Na het ontleden van de carbonaten en het activeren wordt een katode verkregen die in wezen ook een voorraadkatode is, maar waarbij de bariumproducerende laag en de emitterende laag direct met elkaar in contact staan.

In eigenschappen staat de dubbellaagkatode tussen de gewone oxydekatode en de voorraadoxydekatode in. Bij een stroomdichtheid van 1,5 A/cm² is de levensduur ca. 1200 tot 1500 uur, en bij 1 A/cm² ca. 2000 tot 2500 uur. De prestatie is dus minder dan die van de voorraadoxydekatode, maar daar staan een eenvoudiger constructie en een lagere prijs tegenover.

II. EEN OXYDEKATODE MET HALFWATTGLOEIDRAAD VOOR KATODESTRAALBUIZEN

door F. H. R. ALMER *) en A. KUIPER *).

621.3.032.213.6

De opkomst van de transistor en de halfgeleiderdiode heeft geleid (of zal nog leiden) tot de ontwikkeling van allerlei draagbare elektronische apparaten die uit een batterij worden gevoed. Sommige van deze draagbare apparaten, zoals televisieontvangers, televisiecamera's en oscilloscopen, bevatten een katodestraalbuis. De gloeidraad hiervan moet dus ook uit de batterij worden gevoed. Amerikaanse weergeefbuizen voor normale, uit het

*) Hoofdindustriegroep Elektronenbuizen, Eindhoven.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

net gevoede, televisieontvangers hebben een katode waarvan de gloeidraad 4 W opneemt. De katode van de Philips weergeefbuizen verbruikt iets minder dan 2 W (6,3 V × 0,3 A), maar ook dit vermogen betekent een aanzienlijke extrabelasting van de batterij.

Voor katodestraalbuizen bestaat er dus behoefte aan een gelijkwaardige katode die aanmerkelijk minder dan 2 W verbruikt. In het onderstaande wordt een katode beschreven die slechts 0,54 W opneemt, bij een gloeispanning van 6,3 V. Deze katode vindt toepassing in een oscilloscoopbuis (type DH 7-11) en in een vidicon (type 55 850). De beschreven constructie opent mogelijkheden voor hogere gloeispanningen, b.v. 12 V, de spanning die in vele gevallen de gunstigste voedingsspanning voor transistors is.

Het vermogen dat de gloeidraad opneemt, wordt afgevoerd deels door straling, deels door geleiding via de gloeidraadpolen en de katodesteunen. Om tot een belangrijke vermindering van het gloeidraadvermogen te komen, zal men zowel de straling als de afleiding moeten verkleinen. In het onderstaande zal blijken dat het niet onverschillig is, welke van de twee het meest wordt verkleind.

Een van de voornaamste punten waarop men bij het ontwerpen van een katode moet letten, is de spreiding die zich in de katodetemperatuur kan voordoen: beneden een zekere minimumtemperatuur is de elektronenemissie te klein, boven een zekere maximumtemperatuur wordt de levensduur verkort en verstuift het katodemateriaal zodanig dat de isolatie tussen de elektrodes gevaar loopt. Door de volgende oorzaken wijkt de katodetemperatuur van de gewenste waarde af:

1) Het gloeidraadvermogen heeft niet de juiste waarde,
   a) doordat de voedingsspanning van de nominale waarde afwijkt,
   b) als gevolg van de onvermijdelijke spreiding in de gloeidraden zelf.
2) De warmtebalans van de gloeidraad-katodesamenstellen vertoont een zekere spreiding.

De onder (1a) genoemde oorzaak — afwijkende voedingsspanning — geldt in bijzondere mate voor katodes die gevoed worden uit een batterij (accu's of droge elementen), waarvan de spanning relatief veel grotere variaties vertoont dan de meeste wisselstroomnetten.

Andere eisen waaraan een katode voor de genoemde doeleinden moet voldoen, zijn:

1) de katode moet voldoende schok- en trillingsvast zijn,
2) er moet een goede isolatie zijn tussen de gloeidraad, de katode en de wehneltcilinder,
3) de katode moet zo snel warm worden dat kort na het inschakelen het beeld al zichtbaar wordt.

In het onderstaande komen deze kwesties ter sprake.

Oorzaken van afwijkingen in de katodetemperatuur

Afwijkingen door gloeispanningsvariaties

De invloed van variaties in de gloeispanning V_f op de temperatuur T_k van de katode kan men splitsen in

a) de invloed van variaties in V_f op het vermogen P_f dat de gloeidraad opneemt [1]), en
b) de invloed van variaties in P_f op de temperatuur T_k.

Noemen we de gloeistroom I_f, dan is $P_f = V_f I_f$, dus

$$\frac{dP_f}{P_f} = \frac{dV_f}{V_f} + \frac{dI_f}{I_f}.$$

Stellen we de verhouding van de differentiële weerstand dV_f/dI_f van de gloeidraad tot de weerstand V_f/I_f gelijk aan c, dus

$$\frac{dI_f}{I_f} = \frac{1}{c}\,\frac{dV_f}{V_f},$$

dan is derhalve

$$\frac{dP_f}{P_f} = \left(1 + \frac{1}{c}\right)\frac{dV_f}{V_f}. \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

Bij gegeven relatieve variatie van de gloeispanning is dus de relatieve variatie van het gloeidraadvermogen des te kleiner naarmate de factor c groter is. Bij goed geconstrueerde indirect verhitte katodes heeft c — afhankelijk van de gloeidraadtemperatuur en van de constructie — een waarde van 1,6 tot 2,0, en de factor $(1 + c^{-1})$ dus een waarde van 1,63 tot 1,50. Veel mogelijkheid tot verbetering bestaat hier dus niet.

De invloed van variaties in P_f op de katodetemperatuur T_k hangt sterk af van de manier waarop de katode het toegevoerde vermogen P_f kwijtraakt. Ten dele gebeurt dit door straling, ten dele door geleiding (via de steunen en via de staafjes die de elektrische verbindingen tot stand brengen). Denken we ons eerst eens een katode waarbij het vermogen zo goed als geheel wordt afgevoerd door geleiding. Dan is bij benadering:

$$T_k - T_0 \sim P_f,$$

waarin T_0 de omgevingstemperatuur is. Beschouwen

[1]) Wij beschouwen hier uitsluitend het (ongunstigste) geval dat er in serie met de gloeidraad geen andere gloeidraden of weerstanden zijn geschakeld, dus dat V_f gelijk is aan de voedingsspanning.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

we vervolgens als ander uiterste een katode die het toegevoerde vermogen nagenoeg geheel afstaat als straling. Daarvoor is

$$P_f = C(T_k)\,(T_k^4 - T_0^4),$$

waarin C een van de temperatuur afhankelijke factor is. Aangezien bij een oxydekatode $T_k \approx 1070$ °K is en $T_0 \approx 350$ °K, bedraagt T_0^4 nauwelijks 1% van T_k^4. We zullen in het volgende dan ook steeds T_0^4 ten opzichte van T_k^4 verwaarlozen. Verder kunnen we in een beperkt temperatuurgebied rondom de nominale katodetemperatuur de factor C vervangen door een constante factor en de exponent 4 door een grotere exponent n; er komt dan: $T_k^n \sim P_f$, dus

$$T_k \sim P_f^{1/n}.$$

Hieruit blijkt duidelijk dat bij deze tweede, alleen stralende, katode T_k veel minder van P_f zal afhangen dan bij de eerste, die alle warmte afgaf door geleiding. We concluderen dus: om T_k zo min mogelijk van V_f afhankelijk te doen zijn, *dient de warmteafvoer door geleiding zoveel mogelijk beperkt te worden ten gunste van de afvoer door straling.*

Noemen we in het algemeen bij een katode het door straling afgevoerde vermogen βP_f en het door geleiding afgevoerde vermogen dus $(1-\beta)P_f$, dan is de warmtebalans als volgt:

$$\begin{aligned} P_f &= \beta P_f + (1-\beta)P_f \\ &= k_1 T_k^n + k_2(T_k - T_0). \quad . \quad . \quad (2) \end{aligned}$$

Hierin zijn k_1 en k_2 evenredigheidsfactoren.

Wederom in een beperkt temperatuurgebied (b.v. van 1000 tot 1200 °K) kan men stellen:

$$P_f \sim T_k^{\alpha}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Door aan een katode T_k als functie van P_f te meten, is de exponent α te bepalen, en door vervolgens gebruik te maken van een betrekking tussen α en de fractie β, kan men berekenen, hoe groot voor de beschouwde katode de fracties β en $1-\beta$ zijn, dus welke fracties van P_f worden afgegeven door straling resp. door geleiding. De bedoelde betrekking tussen α en β luidt:

$$\beta = \frac{\alpha - \dfrac{T_k}{T_k - T_0}}{n - \dfrac{T_k}{T_k - T_0}}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

De exponent n hangt slechts in geringe mate van de temperatuur af; zo is b.v. voor nikkel $n \approx 4{,}6$ in het gehele temperatuurgebied van 600 tot 1200 °K. Verwaarlozen we derhalve dn/dT_k, dan volgt uit (2):

$$\frac{dP_f}{dT_k} = n\,k_1\,T_k^{n-1} + k_2 = \frac{n}{T_k}\,\beta P_f + \frac{1-\beta}{T_k - T_0}\,P_f,$$

of

$$\frac{dP_f}{P_f} = \left[n\beta + (1-\beta)\,\frac{T_k}{T_k - T_0} \right] \frac{dT_k}{T_k}. \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Uit (3) vindt men:

$$\frac{dP_f}{P_f} = \alpha \frac{dT_k}{T_k}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Uit (5) en (6) volgt direct:

$$\alpha = n\,\beta + (1-\beta)\,\frac{T}{T_k - T_0}.$$

Door β hieruit op te lossen, vindt men (4).

In *fig. 1* is T_k als functie van P_f uitgezet voor $\alpha = 1$, $\alpha = 3$ en $\alpha = 4$. Men ziet dat de mate waarin T_k afhangt van P_f, afneemt naarmate α groter is,

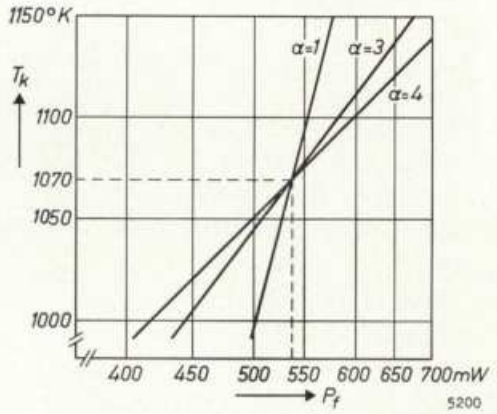


Fig. 1. Temperatuur T_k van een katode als functie van het gloeidraadvermogen P_f, voor verschillende waarden van de exponent α in (3).

en volgens (4) gaat grotere α samen met grotere β, dus met grotere afgifte door straling en kleinere door geleiding. In overeenstemming dus met hetgeen we boven al ruw hadden afgeleid, werkt beperking van de warmteafgifte door geleiding gunstig.

Dat de verhouding $\beta/(1-\beta)$ tussen stralings- en geleidingsverlies sterk van α afhangt, blijkt uit de getallen in *tabel I*, die voor twee bepaalde ontwerpen gelden ($T_k = 1080$ °K, $T_0 = 350$ °K, $n = 4{,}65$, $\alpha = 3{,}0$ resp. 3,8):

Tabel I.

$\alpha =$	3,0	3,8
$\beta =$	0,48	0,80
$1-\beta =$	0,52	0,20

Fig. 2 geeft T_k als functie van de gloeispanning V_f, voor $\alpha = 3$ en 4.

Spreiding in de warmtebalans van de gloeidraad-katodesamenstellen

Voert men aan verschillende exemplaren van een zelfde type katode hetzelfde gloeidraadvermogen

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

toe, dan zullen de katodes enigszins in temperatuur verschillen als gevolg van de spreiding die onvermijmijdelijk aanwezig is in de warmtebalans van het samenstel gloeidraad-katode. Zoals een uitvoerig onderzoek heeft aangetoond, is de hoofdoorzaak van deze spreiding te vinden in een ongedefinieerde warmteafleiding via plaatsen waar een warmtecontact bestaat door een slechts vrij losse aanraking van onderdelen die verschillende temperatuur hebben, b.v. het katodelichaam en een keramisch schijfje of micaplaatje waarmee het katodelichaam bevestigd is. Algemeen geldt voor radiobuizen volgens de gebruikelijke constructie en met vergelijkbare P_f dat de standaardafwijking σ van de nominale katodetemperatuur 20 °C bedraagt [2]). Dezelfde en nog grotere standaardafwijkingen treft men aan bij de katodes die, zoals in Amerika gebruikelijk is, in een keramisch schijfje zijn gevat en die in weergeefbuizen worden gebruikt. Bij de huidige constructie van de 2-W-katode in Philips weergeefbuizen is de standaardafwijking teruggebracht tot 10 °C; deze verbetering is verkregen door de warmteafleiding op gedefinieerde wijze te doen geschieden via gelaste metalen steunen (van slecht warmtegeleidend materiaal). Door een soortgelijke constructie (zie beneden) is bij de nieuwe katode (0,54 W) eveneens een standaardafwijking van slechts 10 °C verkregen.

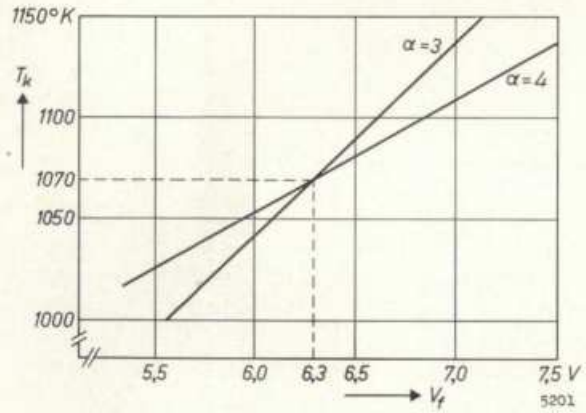


Fig. 2. Als fig. 1, maar nu met de gloeispanning V_f als abscis.

Ontwerp van de nieuwe katode

Om te komen tot de warmtebalans van de nieuwe katode, moeten we uitgaan van enige grootheden die tevoren al min of meer vastliggen:

1) Tegenover de katode, op een afstand van 50 tot 150 μ, staat de wehneltcilinder met een boring van 1 mm of minder. Daar zowel de grootte van de boring als de plaatsing ervan ten opzichte van de emitterende laag een zekere spreiding vertoont, mag de kleinste lineaire afmeting van het emitterende oppervlak niet kleiner zijn dan 1,4 mm. Dit oppervlak moet dus minimaal 2,0 mm² groot zijn.
2) Het emitterend oppervlak van 2,0 mm² straalt bij de werktemperatuur van 800 °C 60 mW uit (of minder, afhankelijk van de reflexiecoëfficiënt van de wehneltcilinder).
3) Het katodelichaam moet de gloeidraad (met zijn isolatie!) kunnen bergen. Gaan we uit van de hoogste, in de inleiding genoemde, gloeispanning van 12 V en houden we rekening met de diameters waarin wolfraamdraad nog te verwerken is, dan blijkt het volume van het katodelichaam minimaal 2,45 mm³ te moeten worden.
4) Praktische overwegingen leiden ertoe, het nikkelen katodelichaam, met een volume van 2,45 mm³, de vorm te geven van een rechthoekig busje, lengte 3,5 mm, doorsnede 0,5 bij 1,4 mm.

De uitwendige oppervlakte van dit katodelichaam is 14,5 mm², waarvan slechts 2 mm² in beslag wordt genomen door de emitterende laag. Het nikkeloppervlak, ter grootte van 12,5 mm², straalt op 800 °C 200 mW uit [3]). Eén eind van het busje is dicht; het andere kan, nadat de gloeidraad in het busje is geschoven, ten dele ook gesloten worden. Door de resterende opening treedt echter toch nog enige straling naar buiten; verder verliest de gloeidraad warmte, zowel door straling van de einden, die zich buiten het katodebusje bevinden, als door geleiding via de gloeidraadpolen. Voor deze drie posten samen is door meting 180 mW gevonden, naar schatting verdeeld in 100 mW voor het open eind en 80 mW voor de gloeidraadeinden; de fout zal zeker niet groot zijn als we deze 80 mW voor de helft als straling beschouwen. Het totale uitgestraalde vermogen is dus rond $60 + 200 + 100 + 40 = 400$ mW. Het blijkt technisch mogelijk te zijn, de afleiding via de katodesteunen te beperken tot 100 mW, zodat het totale door geleiding afgevoerde vermogen rond $40 + 100 = 140$ mW bedraagt. Het gloeidraadvermogen P_f wordt derhalve $400 + 140 = 540$ mW, een waarde die voor de in de inleiding genoemde toepassingen klein genoeg is. De stralingsfractie β en de geleidingsfractie $1-\beta$ van P_f bedragen resp.

[2]) „Standaardafwijking" is een begrip waarmee in de statistiek veel wordt gewerkt; zie b.v. Ph. J. McCarthy, Introduction to statistical reasoning, McGraw-Hill, New York 1957, blz. 111 e.v.
Bij een verdeling volgens Gauss wijkt in een oneindig grote partij 32% meer dan σ van de nominale waarde af, 4,5% meer dan 2σ, en 0,3% meer dan 3σ.

[3]) Dit is niet in strijd met het onder (2) gestelde dat het 2 mm² grote emitterende oppervlak 60 mW uitstraalt. De stralingscoëfficiënt van de totale straling (op alle golflengten) van nikkel is namelijk slechts ongeveer half zo groot als die van het emitterende materiaal.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

74 en 26%. Dit komt ongeveer overeen met $\alpha = 3{,}8$ in tabel I, d.w.z. de katodetemperatuur hangt betrekkelijk weinig van de gloeispanning af (fig. 2), ongeveer even weinig als bij de 2-W-katode.

De gedetailleerde warmtebalans komt er nu uit te zien zoals in *tabel II* is vermeld. Ter vergelijking zijn de getallen voor de huidige 2-W-katode er ook in opgenomen.

Tabel II. Gedetailleerde warmtebalans van de huidige 2-W-katode van weergeefbuizen en van de nieuwe halfwattkatode.

	Huidige 2-W-katode	Nieuwe halfwatt-katode
Straling oxydelaag	90 mW	60 mW
straling nikkeloppervlak	760 mW	200 mW
straling open eind	400 mW	100 mW
straling gloeidraadeinden	100 mW	40 mW
geleiding gloeidraadeinden	100 mW	40 mW
geleiding katodesteunen	440 mW	100 mW
	1890 mW	540 mW
$P_f = V_f I_f$	6,3 V × 300 mA	6,3 V × 86 mA

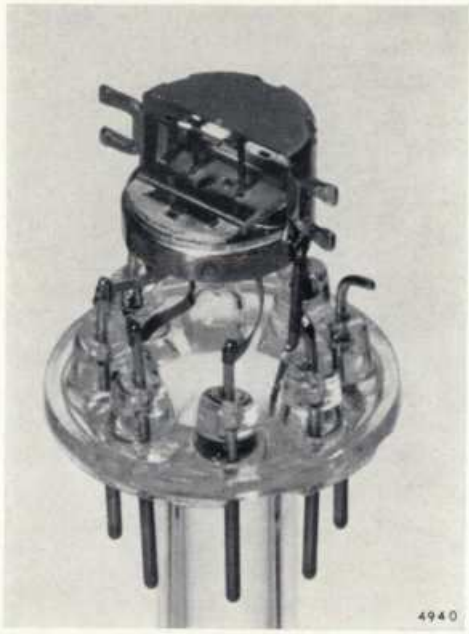
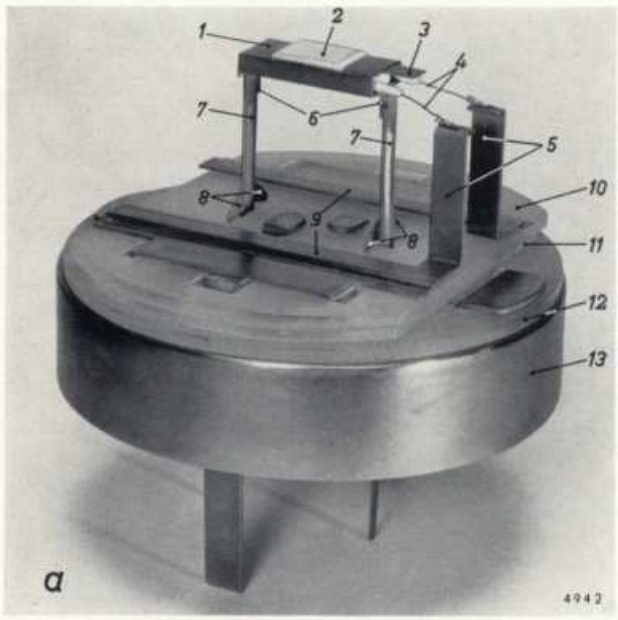


Fig. 3. Halfwattkatode voor katodestraalbuizen. $V_f = 6{,}3$ V, $I_f = 86$ mA.

Constructie van de halfwattkatode

Fig. 3 geeft een foto van de nieuwe katode. De details zijn beter te zien in *fig. 4a* en *b*, waarin een 15-voudig vergroot model is afgebeeld.

Het katodebusje *1* heeft de bovengenoemde afmetingen, als gevolg waarvan het ca. 360 mW door straling afgeeft. Het wordt gedragen door twee steunen *6* van nikkelijzer, dat de warmte slecht geleidt. De steunen zijn zo lang en van zo kleine doorsnede dat ze samen niet meer dan 100 mW door



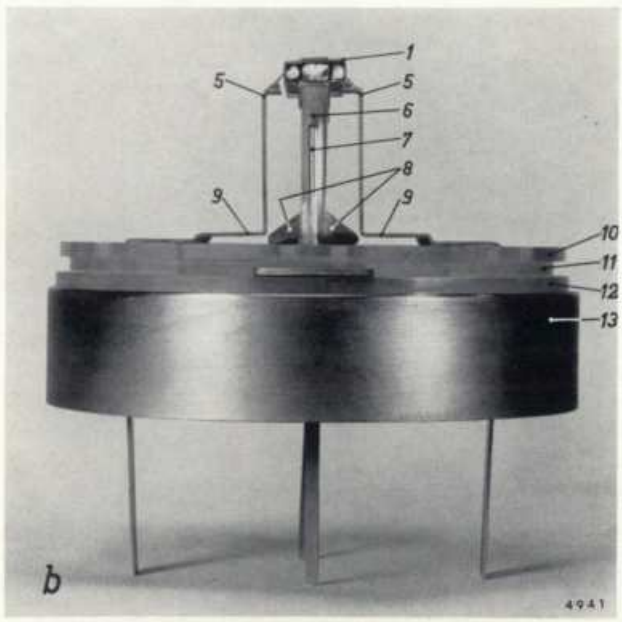


Fig. 4*a* en *b*. Model (lineair 15 maal ware grootte) van de halfwattkatode. *1* nikkelen katodebusje, met emitterend gedeelte *2*. De lip *3* kan omlaag gevouwen worden, om straling door het open eind te verminderen. *4* rechte einden van de gloeidraad. *5* gloeidraadpolen. *6* katodesteunen van nikkelijzer, met verstijvingsrib *7* en vleugels *8*. *9* luifel, ter bescherming van het micaplaatje *10* tegen metaalneerslag. *11* en *12* micaplaatjes; *11* heeft een kleinere diameter dan *10* en *12*, zodat tussen *5* en *6* enerzijds en de metalen ring *13* anderzijds een lange isolatieweg (labyrint) ontstaat. Op *13* wordt de wehneltcilinder (niet afgebeeld) bevestigd.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

geleiding afvoeren. Om de buis, ondanks het lang en dun zijn van de steunen, bestand te maken tegen de schokken waaraan draagbare apparaten blootstaan, zijn de steunen voorzien van een verstijvingsrib *7* en van „vleugels" *8*, die op het bovenste van de drie micaplaatjes (*10*, *11*, *12*) rusten waarin de steunen zijn bevestigd. Deze vleugels gaan verplaatsing van de katode in de dwarsrichting tegen. Schokken en trillingen in de lengterichting kunnen weinig kwaad, daar de twee steunen met de katodebus en de micaplaatjes een parallellogram vormen; verplaatsing van de katode in de lengterichting gaat dus gepaard met een veel kleinere verplaatsing in de hoogte, d.w.z. in afstand tot de naburige elektrode.

De bevestiging van de katodesteunen in micaplaatjes lijkt misschien een constructie die niet tot een kleine temperatuurspreiding zal leiden. De omstandigheden zijn echter zo gekozen dat een variabel warmtecontact dat zich tussen de steunen en de micaplaatjes zou kunnen voordoen, heel weinig invloed op de temperatuur van de katode heeft. *Fig. 5* verduidelijkt, hoe dit is verkregen. De warmteweerstanden zijn hier getekend als elektrische weerstanden; k stelt de katode voor, R_1 en R_2 de warmteweerstand van het gedeelte van de steunen boven resp. beneden het mica, R_3 de variabele contactweerstand en R_4 de warmteweerstand van het mica, dat rondom is omgeven door de wehneltcilinder g_1. De verhouding $R_1 : R_2$ en de afstand katode-mica nu zijn zo gekozen dat de temperatuur van het contactpunt P maar weinig verschilt van de temperatuur die het mica aanneemt, o.a. als gevolg van de straling die het van de katode opvangt. (T_k is 800 °C, bij P is de temperatuur 400 tot 500 °C, het mica heeft ca. 300 °C.) De variabele contactweerstand R_3 verbindt dus punten met een slechts gering „potentiaalverschil", zodat de „potentiaal" T_k van de katode nagenoeg onafhankelijk van de grootte van R_3 is.

De gloeidraad bestaat, zoals gebruikelijk, uit gespiraliseerd wolfraamdraad. Om de ruimte binnen het katodebusje zo goed mogelijk te vullen, is de vorm van de windingen langwerpig gekozen. Men krijgt deze vorm door het wolfraamdraad niet op een enkele, maar op een dubbele doorn te wikkelen (*fig. 6a*). Wolfraamdraad van 30 μ diameter blijkt op deze wijze reproduceerbaar te wikkelen te zijn, met een spoed van 45 μ. De bewikkelde doorn wordt M-vormig gebogen en voorzien van de gebruikelijke isolatie van aluminiumoxyde (fig. 6*b* en *c*). De stukjes draad die buiten het katodebusje uitsteken (*4* in fig. 4*a*), zijn recht gelaten, om het onnut stralende gloeidraadoppervlak zo klein mogelijk te houden (alleen de einden zijn weer wèl gespiraliseerd, o.a. om ze bij het lassen op de gloeidraadpolen beter zichtbaar te doen zijn).

Neerslag van metaal op het mica zou oorzaak kunnen zijn van slechte elektrische isolatie tussen gloeidraad, katode en wehneltcilinder. Daarom zijn de gloeistroomtoevoeren voorzien van een soort

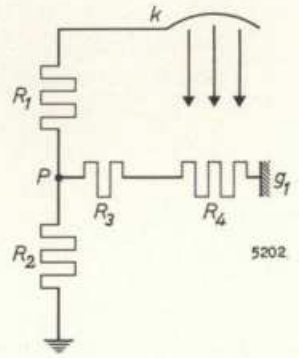


Fig. 5. Warmteweerstanden zijn hier getekend als elektrische weerstanden, temperaturen zijn gedacht als elektrische potentialen. k katode, met temperatuur $T_k = 800$ °C. R_1, R_2 warmteweerstand van de katodesteunen boven resp. beneden de micaplaatjes. P punt waar de steunen het mica raken. R_3 variabele contactweerstand. R_4 warmteweerstand van het mica. g_1 wehneltcilinder.

De verhouding $R_1 : R_2$ en de afstand katode-mica zijn zo gekozen dat de temperatuur bij P (400-500 °C) slechts weinig verschilt van de temperatuur die het mica aanneemt (ca. 300 °C) als gevolg van de straling van de katode. De grootte van R_3 heeft dus weinig invloed op T_k.

luifel (*9*, fig. 4*b*), die het daaronder gelegen deel van het micaplaatje *10* voor neerslag vrijwaart. Verder heeft het middelste micaplaatje, *11*, een kleinere diameter dan de plaatjes *10* en *12*, zodat in de isolatieweg tussen de wehneltcilinder (ring *13*) enerzijds en de katode en de gloeidraad anderzijds een labyrint ontstaat (fig. 4*b*).

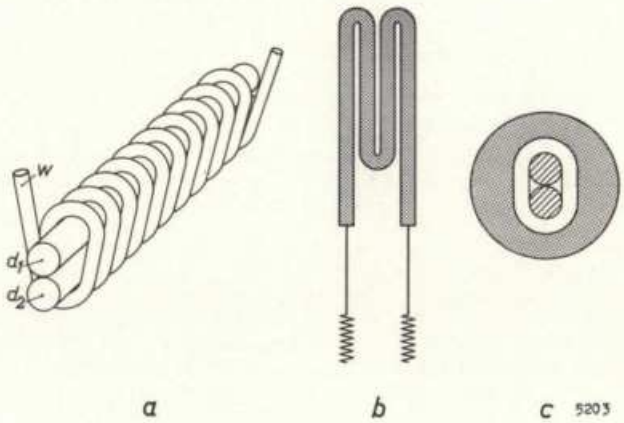


Fig. 6. Gloeidraad van de halfwattkatode ($V_f = 6{,}3$ V).
a) Wolfraamdraad w van 30 μ wordt gewikkeld op een dubbele doorn d_1-d_2 van molybdeendraad. *b*) Vervolgens buigt men de bewikkelde doorn tot de vorm van een M en bedekt men de wolfraamspiraal met aluminiumoxyde. *c*) Doorsnede van doorn met spiraal en isolatie.

Na het oplossen van de doorn in sterk zuur houdt men de geïsoleerde gloeidraad over. De vrije einden (zie *b*) zijn recht gelaten, om het onnut stralende oppervlak zo klein mogelijk te houden; hun einden echter zijn weer wèl gespiraliseerd, ten einde ze bij het lassen beter zichtbaar te doen zijn.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Zoals in de inleiding al is gezegd, is de nieuwe katode vooral bedoeld voor buizen in toestellen met transistors. Nu is een voordeel van transistors dat ze onmiddellijk na het inschakelen al werken. Bij een indirect verhitte katode kan dit uiteraard nooit het geval zijn, maar wel kan men ernaar streven, de opwarmtijd kort te houden. Bij de hier beschreven halfwattkatode, gebruikt in een weergeefbuis, bereikt de emissiestroom 10% van de eindwaarde — waarbij het beeld al zichtbaar is — reeds 8 seconden, en 80% 13 seconden na het inschakelen. Bij de huidige 2-W-katode zijn deze tijden ruim drie maal zo lang.

Tussen de gloeidraad (f) en de katode (k) wordt een spanning V_{kf} van 50 V toegelaten met de ongunstigste polariteit: k negatief ten opzichte van f, en 100 V met de andere polariteit [4]). Indien voor andere toepassingen een hogere spanning V_{kf} nodig is, vergt dit natuurlijk een dikkere isolatie tussen katode en gloeidraad, dus een groter stralend oppervlak van de katode. Het gloeidraadvermogen zal dan ook iets groter moeten zijn; het zal echter in ieder geval beneden 1 W kunnen blijven.

[4]) Over de invloed van de polariteit op de isolatie katode-gloeidraad, zie Philips techn. T. **18**, 153, 1956.

Samenvatting van I en II. De toelaatbare stroomdichtheid van de tot dusverre gebruikte oxydekatodes is door de weerstand van de oxydelaag en door een eventuele tussenlaagweerstand beperkt tot 0,5-1 A/cm². Het inzicht echter dat de oxydelaag niet alleen tot taak heeft, elektronen te emitteren, maar ook dient als voorraadschuur vanwaaruit het emitterende oppervlak wordt voorzien van barium, heeft geleid tot constructies waarbij deze twee functies consequent zijn gescheiden. Hieruit zijn twee nieuwe oxydekatodes voortgekomen: de voorraadoxydekatode en de dubbellaagkatode voor belastingen van 1,5 tot 2 A/cm² resp. 1 tot 1,5 A/cm². Met de eerstgenoemde katode zijn bij 1,5 A/cm² levensduren van meer dan 5000 uur verkregen, met de tweede bij 1,5 A/cm² levensduren van 1200-1500 uur en bij 1 A/cm² van 2000-2500 uur.

In getransistoriseerde apparaten die een katodestraalbuis bevatten (draagbare televisieontvangers, televisiecamera's, oscilloscopen, enz.) en uit een batterij worden gevoed, wenst men in de katodestraalbuis een katode met een bijzonder klein gloeidraadvermogen, b.v. ca. 0,5 W. Bij het ontwerpen van zulk een katode moet aandacht worden besteed aan o.a. de invloed van gloeispanningsvariaties op de katodetemperatuur, aan schok- en trillingsvastheid, aan de isolatie tussen gloeidraad, katode en wehneltcilinder, en aan de opwarmtijd. Om de invloed van gloeispanningsvariaties klein te houden, is het gunstig, de warmteafvoer van de katode door geleiding zoveel mogelijk te beperken ten gunste van afvoer door straling. Beschreven wordt een indirect verhitte oxydekatode voor 6,3 V, 86 mA (0,54 W) met een standaardafwijking van de katodetemperatuur van slechts 10 °C. Een weergeefbuis met deze katode geeft 8 seconden na het inschakelen al een zichtbaar beeld. De katode wordt gebruikt in de oscilloscoopbuis type DH 7-11 en in het vidicon type 55 850.

OVERZICHT VAN RECENTE WETENSCHAPPELIJKE PUBLIKATIES DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

Van deze publikaties, voor zover niet met een sterretje * gemerkt, verstrekt de Administratie van Philips' Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven, op aanvrage overdrukken.

2821: J. Hornstra en L. J. van der Pauw: Measurement of the resistivity constants of anisotropic conductors by means of plane-parallel discs of arbitrary shape (J. Electronics and Control **7**, 169-171, 1959, no. 2).

Eerder is aangetoond dat men de soortelijke weerstand ϱ van een plaatje van willekeurige gedaante en van constante dikte, aan de omtrek voorzien van vier contacten, kan afleiden uit de waarden van twee grootheden die de dimensie hebben van een weerstand en die gemakkelijk te meten zijn (zie Philips techn. T. **20**, 221, 1958). Het theorema wordt nu uitgebreid tot het geval van anisotroop materiaal met soortelijke weerstanden ϱ_1, ϱ_2, ϱ_3 in de richtingen X, Y en Z. Men moet dan drie plaatjes nemen, respectievelijk loodrecht op X, Y en Z, en vindt als resultaat de waarden van respectievelijk $\sqrt{\varrho_2\varrho_3}$, $\sqrt{\varrho_3\varrho_1}$ en $\sqrt{\varrho_1\varrho_2}$, waaruit ϱ_1, ϱ_2 en ϱ_3 zijn af te leiden.

2822: G. Thirup: Studies on networks with periodically variable elements (dissertatie Kopenhagen, 11 juni 1959).

Deze dissertatie handelt over storingen in niet-lineaire netwerken, veroorzaakt door kleine periodieke spanningen of stromen. De meettechniek bij veranderlijke netwerken wordt uitvoerig besproken. Aangetoond wordt dat de beschreven methodes ook kunnen worden toegepast op oscillatoren en op metingen aan constante lineaire netwerken. In hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de bestaande theorie der variabele netwerken, en het verband besproken tussen variabele netwerken en de verschijnselen van menging en modulatie. H. 3 behandelt het probleem van de stabiliteit, H. 4 de modulatie en synchronisatie van oscillatoren. In H. 5 worden de grondprincipes van de meettechniek nader uiteengezet, en in H. 6 wordt de praktische constructie van meetapparatuur beschreven. Een inrichting voor het meten van de complexe conversie-eigenschappen van halfgeleiderdiodes wordt in detail besproken. In H. 7 wordt aangetoond dat zekere problemen betreffende metingen aan constante netwerken kunnen worden geanalyseerd door middel van de meettechniek bij variabele netwerken; hierbij worden enkele nieuwe meetmethodes naar voren gebracht. In H. 8 worden de resultaten meegedeeld van stabiliteitsmetingen bij vrije en gedwongen trillingen van oscillatoren. H. 9 gaat nog nader in op halfgeleiderdiodes, aan de hand van een vervangingsschema en van metingen van complexe admittanties.

2823*: M. Avinor: Photoconductivity of activated cadmium sulphide single crystals (dissertatie Amsterdam, 20 okt. 1959).

Deze dissertatie handelt over de invloed van activators, zoals Cu en Ag, op fotogeleiding, lichtabsorptie en luminescentie van monokristallen van CdS. Een nieuwe bereidingsmethode, die van de zone-sublimatie, wordt beschreven. Cu en Ag blijken elk twee verschillende energieniveaus te veroorzaken, afhankelijk van de verhouding der concentraties van activators en coactivators. Met trivalente coactivators is een derde niveau gevonden. De spectrale ligging van fotogeleidingsban-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

den en emissiebanden wordt aangegeven. Ni veroorzaakt, behalve doving, ook vangniveaus (traps) met een diepte van 0,23 eV. Bij kamertemperatuur verlengt Ni de uitsterftijd van de fotogeleiding. Aan de hand der experimentele gegevens kon de bruikbaarheid van de modellen van Rose, van Klasens en van Lambe en Klick worden getoetst. Het model van Klasens, met twee stoorniveaus, geeft het beste inzicht in de diverse elektronenprocessen, hoewel slechts in eerste benadering. Het model van Lambe en Klick is in strijd met het experiment.

2823a: J. H. Spaa: A continuously operated instrument for the stepwise measurement of the radioactivity of gas sols with a special background compensation (Progr. nucl. Energy, serie 12 — Health Physics — **1**, 219-227, 1959).

Vele gevaarlijke radioactieve isotopen, zoals ^{239}Pu, ^{90}Sr, ^{210}Po, U- en Th-isotopen zijn, indien zij in de atmosfeer voorkomen, aanwezig als stofdeeltjes. De toelaatbare concentraties zijn zo laag dat men vele m^3 lucht moet filtreren om op het filter een meetbare hoeveelheid te verzamelen. Een moeilijkheid is dat zich daarbij tevens desintegratieprodukten van natuurlijk radon en thoron ophopen, die zich aan stofdeeltjes hechten en die steeds in merkbare concentraties aanwezig zijn. Weliswaar vallen deze desintegratieprodukten vrij snel verder uiteen, maar zij maken het moeilijk een besmetting reeds gedurende het accumuleren te constateren. Bij het hier beschreven instrument is boven het filter een α- en onder het filter een β-teller geplaatst, waarvan de meetstromen elkaar juist compenseren als alleen radon- en thoronprodukten aanwezig zijn. Een berekening, rekening houdend met de levensduur van de produkten, leert dat dit praktisch realiseerbaar is, wat door experimenten wordt bevestigd. Wordt er nu toch een uitslag geconstateerd, dan moet deze worden toegeschreven aan een besmetting. In het apparaat bevinden zich twee stellen tellers. Het tweede stel dient voor een nauwkeurige meting, na beëindiging van de accumulatie, en nadat de storende radioactiviteit ten gevolge van radon en thoron voldoende is afgenomen.

2823b: G. Brouwer: The simulation of electron kinetics in semiconductors (Proc. 2nd international analogue computation meetings, gehouden te Straatsburg 1-6 sept. 1958, blz. 135-137, uitg. Presses Académiques Européennes, Brussel 1959).

De analyse van de veranderingen in de bezetting van energieniveaus in halfgeleiders met elektronen en gaten, b.v. onder invloed van pulserende bestraling met licht, leidt tot gecompliceerde niet-lineaire differentiaalvergelijkingen, die zich vaak aan een wiskundige behandeling onttrekken. Men kan dan trachten het probleem te benaderen door mechanische of elektrische modellen te ontwerpen die aan dezelfde vergelijkingen voldoen. Eerst wordt een hydrodynamisch model beschreven, met vaten, buizen, pompen en kranen, en vervolgens een elektrisch model (simulator). Met dit laatste kan men het ontstaan en verdwijnen van fotogeleiding en fluorescentie onder invloed van pulserende bestraling en van thermische stimuli (glow curves) bestuderen. Hetzelfde apparaat kan dienen om de dynamica van het spinsysteem van een „maser" te onderzoeken.

2823c: H. Bremmer: The surface-wave concept in connection with propagation trajectories associated with the Sommerfeld problem (IRE Trans. on Antennas and Propagation **AP-7**, spec. suppl., S175-S182, 1959).

Beschouwd wordt het veld dat wordt opgewekt door een korte verticale dipoolantenne, geplaatst boven een homogene diëlektrische aarde met vlakke begrenzing, wanneer de antennestroom slechts zeer kort werkzaam is (δ-functie van Dirac). Met behulp van tweedimensionele operatorenrekening wordt het veld uitgedrukt door integralen over het aardoppervlak. Deze integralen kunnen als volgt worden geïnterpreteerd: rechte stralen, uitgaande van de zender, treffen het aardoppervlak en breiden zich daarna hierover uit als een soort oppervlakgolven, en bereiken, nadat ze dit oppervlak weer hebben verlaten, wederom langs een rechte lijn het ontvangpunt (dat zich boven de aarde of daarbinnen kan bevinden). De voortplantingssnelheid c/n_{12} van deze golven hangt samen met de brekingsindices n_1 en n_2 van de ruimte boven de aarde en die erbinnen ($1/n_{12}^2 = 1/n_1^2 + 1/n_2^2$).

2823d: J. Bloem, C. Haas en P. Penning: Properties of oxygen in germanium (Phys. Chem. Solids **12**, 22-27, 1959, no. 1).

Het gedrag van zuurstof in silicium is uitvoerig bestudeerd, maar desondanks heeft men zich hiervan nog geen bevredigend beeld kunnen vormen. De auteurs hebben het gedrag van zuurstof in germanium onderzocht, in de hoop dat een vergelijking meer licht in de zaak zou brengen. De zuurstof brengt men in het germanium door in een staafvormig germaniumkristal, dat zich in een zuurstofhoudende atmosfeer bevindt, een gesmolten zone te laten lopen. De zuurstofconcentratie in het kristal, vastgesteld door meting van de infraroodabsorptie bij 856 cm^{-1}, is evenredig met de zuurstofdruk, mits deze kleiner is dan 20 mm Hg. Bij hogere drukken blijft de zuurstofconcentratie constant, en bedraagt dan 7×10^{17} atomen per cm^3.

Houdt men zuurstofhoudend germanium op 400 °C, dan vormen zich donors, die weer verdwijnen als de temperatuur tot 700 °C wordt opgevoerd. De donorconcentratie hangt sterk af van de zuurstofconcentratie. Het artikel bevat een poging deze resultaten te verklaren op basis van een evenwicht tussen afzonderlijke zuurstofatomen en donorcomplexen bestaande uit vier zuurstofatomen. Uit de toeneming van het aantal geleidingselektronen met de temperatuur (bepaald uit metingen van het halleffect) blijkt dat er verscheidene donorenergieniveaus moeten zijn. Sommige van de zuurstofhoudende kristallen vertonen twee absorptiebanden extra, nl. bij 1100 en bij 1260 cm^{-1}.

2823e: J. Goorissen en A. M. J. G. van Run: Gas-phase doping of silicon (Proc. Instn. Electr. Engrs. **106 B**, suppl. no. 17, 858-860, 1959).

Dit artikel beschrijft een methode om monokristallen van silicium te maken die een bekende, kleine, homogeen verdeelde hoeveelheid van een ander element, b.v. fosfor, bevatten. Het toevoegen (doping) geschiedt hier door een constante stroom van fosfor in de vorm van fosforwaterstof met een inert dragergas (PH_3 met Ar of PH_3 met H_2) langs het silicium te voeren, terwijl dit een kroesloos zonesmeltproces ondergaat. Het fosforwaterstof ontleedt dan, en de fosfor lost op in het silicium. Dit procédé blijkt reproduceerbaar te zijn. Onder bepaalde voorwaarden wordt vrijwel alle toegevoerde fosfor opgenomen.

2823f: P. Massini: Uptake and translocation of 3-amino- and 3-hydroxy-1,2,4-triazole in plants (Proc. 2nd United Nations int. Conf. on the peaceful uses of atomic energy, Genève, 1-13 sept. 1958, deel 27, blz. 58-62).

Onderdeel van een fundamenteel onderzoek naar het verband tussen de chemische structuur van stoffen en de wijze waarop zij door planten worden opgenomen en zich daarin verspreiden. In dit artikel vergelijkt de auteur het gedrag van twee chemisch nauw verwante stoffen, nl. 3-amino-1,2,4-triazol en 3-hydroxy-1,2,4-triazol. De stoffen kunnen in de plant worden gevolgd doordat ervoor is gezorgd dat zij radioactieve koolstofatomen bevatten.

2823g: J. Abels, M. G. Woldring, H. O. Nieweg, J. G. Faber en J. A. de Vries: Ethylenediamine tetra-acetate and the intestinal absorption of vitamin B_{12} (Nature **183**, 1395-1396, 1959, no. 4672).

Korte mededeling over proeven op ratten, betreffende de opneming van vitamine B_{12} in het darmstelsel en de invloed hierop van ethyleendiamine-tetra-acetaat. Er is gebruik gemaakt van radioactieve preparaten. De proeven houden verband met de studie van pernicieuze anemie bij de mens.

2823h: M. J. Koopmans: An in vitro evaluation of the toxicity of chemicals for erysiphaceae (Meded. Landbouwhogesch. Opzoekingsstat. Gent **24**, 821-827, 1959, no. 3/4).

Beschrijving van een methode om de toxiciteit van chemicaliën voor de conidiën (sporen) van bepaalde schimmelsoorten (erysifaceeën) te onderzoeken in vitro zonder een sporekiemingsproef. De methode berust erop dat in geval van toxiciteit de levenskrachtige turgescente conidiën verschrompelen wanneer zij met de chemicaliën in aanraking worden gebracht. Men let dus niet, zoals bij een sporekiemingsproef, op het percentage conidiën dat na de proef (20 uur op 20 °C) is ge-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

kiemd. Dit percentage is altijd veel kleiner dan het percentage turgescent gebleven conidiën. In het geval van appelmeeldauw is de sporekiemingsproef zelfs onbruikbaar, daar er zelfs onder gunstige omstandigheden vrijwel geen kieming is. Bij het onderzoek van de stof karathane is gebleken dat er een lineair verband bestaat tussen de dosis karathane en de reactie van de sporen. Voor de toepassing van de methode wordt in eerste instantie gedacht aan schimmelfysiologische problemen van fundamentele aard.

2824: J. Volger: Dielectric properties of solids in relation to imperfections (Progress in Semicond. **4,** 205-236, 1960).

Overzicht, aan de hand van een literatuuroverzicht (110 nummers), van de diëlektrische eigenschappen (permittiviteit, geleidingsvermogen, verlieshoek, als functie van de frequentie) van isolatoren die bepaalde verontreinigingen bevatten, en van halfgeleiders. Na een theoretische inleiding en modelbeschouwingen komen ter sprake: verliezen door ionenbeweging, verliezen door elektronen in kleurcentra, donorcentra in halfgeleiders, invloed van bestraling en van elektrische velden, oxydische halfgeleiders, effecten bij zeer hoge frequenties.

2825: H. Bremmer: Some theoretical investigations on fading phenomena (Statistical methods in radio wave propagation, Proc. Symp. Univ. Calif., Los Angeles, 18-20 juni 1958, red. W. C. Hoffman, blz. 37-39, Pergamon, Londen 1960).

Voor een signaal $h(t) = A(t) \cos \{\omega_0 t + \varphi(t)\}$ dat statistisch fluctueert en waarin A en φ langzaam veranderende functies van de tijd t zijn, wordt besproken dat N_A, het aantal malen dat de amplitude per tijdseenheid de gemiddelde waarde passeert, circa drie maal zo groot is als N_φ, het aantal malen dat de faze een willekeurige waarde passeert. Indien een dergelijk fluctuerend signaal als kleine storing is gesuperponeerd op een constant signaal met vaste amplitude, frequentie en faze, geldt $N_A \approx N_\varphi$. Nagegaan is in hoeverre deze uitkomsten kunnen worden toegepast op de storing van radiosignalen door turbulenties in de troposfeer.

2826: Th. G. Schut en W. J. Oosterkamp: Die Anwendung elektronischer Gedächtnisse in der Radiologie (Elektron. Rdsch. **14,** 19-20, 1960, no. 1).

Het oog kan slechts gedurende ca. 0,1 s de in een beeld geboden informatie vasthouden. Voor een volledige beschouwing van een röntgenbeeld is echter een veel langere tijd, b.v. 10 s, nodig. Zou men in staat zijn het momentbeeld in een of ander „geheugen" vast te leggen en dit beeld daarna gedurende een voldoend lange tijd zichtbaar te maken, dan zou men dus de dosis voor de patiënt aanzienlijk kunnen verkleinen. De röntgenfoto is reeds zo'n geheugen, maar heeft het nadeel dat ze niet onmiddellijk ter beschikking staat. Dit is wel het geval bij andere methodes, waarvan vooral magnetische registratie op een „geheugenwiel" ter sprake komt. Zie ook Philips techn. T. **22,** 1-11, 1960 (no. 1).

2827: L. A. Æ. Sluyterman en J. M. Kwestroo-Van den Bosch: Sulphation of insulin and electrophoresis of the products obtained (Biochim. biophys. Acta **38,** 102-113, 1960, no. 1).

In verband met onderzoekingen betreffende chemische modificaties van eiwitten zijn SO_3-complexen van een aantal tertiaire amines beproefd op hun geschiktheid om SO_3-groepen in insuline in te voeren. Pyridine-sulfonzuur bleek het meest geschikt. Door variatie van de reactieomstandigheden zijn insulinepreparaten met verschillend sulfaatgehalte bereid en onderworpen aan papierelektroforese, bij $p_H = 1{,}7$. Er werden in totaal 13 goed gedefinieerde banden verkregen, overeenkomend met een lading $+6$ tot -6 der gemodificeerde insulinemoleculen. Het vermogen der preparaten tot verlaging van het suikergehalte van bloed neemt af met toenemend sulfaatgehalte.

2828: J. S. C. Wessels: Photoreduction of 2,4-dinitrophenol by chloroplasts (Biochim. biophys. Acta **38,** 195-196, 1960, no. 1).

Vroeger is gevonden (publikatie no. **2776**) dat 2,4-dinitrofenol (DNP) de synthese van adenosine-trifosfaat (ATP) door chloroplasten katalyseert. Thans is gevonden dat bestraalde chloroplasten (van spinazie) DNP kunnen reduceren tot 2-amino-4-nitrofenol en dat deze laatste stof als een cofactor kan dienen bij de fotosynthetische fosforylering.

2829: L. A. Æ. Sluyterman: The effect of oxygen upon the micro determination of histidine with the aid of the Pauly reaction (Biochim. biophys. Acta **38,** 218-221, 1960, no. 2).

De kleur die optreedt na de toevoeging van diazosulfanilzuur aan histidine in een alkalisch milieu (reactie van Pauly), verbleekt meestal na enkele minuten vrij plotseling. Het blijkt dat dit sneller gaat naarmate meer zuurstof in het alkalische medium aanwezig is. Er is nu een methode voor de bepaling van kleine hoeveelheden histidine uitgewerkt, die berust op een verbetering van de reactiemethode volgens Pauly na voorafgaande scheiding door papierchromatografie.

2830: A. Verloop, G. J. B. Corts en E. Havinga: Studies on vitamin D and related compounds, X. Preparation and properties of cis-isotachysterol$_2$ (Rec. Trav. chim. Pays-Bas **79,** 164-178, 1960, no. 2).

Studie over de fotochemische omzetting van isotachysterol$_2$ (opgelost in ether). De invloed van golflengte en bestralingstijd op de samenstelling van het verkregen produkt is onderzocht. Door chromatografie is uit het ruwe produkt een zuivere verbinding in niet-kristallijne vorm verkregen, die geen antirachitische werking vertoonde. Uit ultraviolette en infrarode absorptiespectra, de kwantitatieve terugvorming van isotachysterol$_2$ met jodium als katalysator, het gedrag van de oplossing bij verwarming, en de geringe reactiviteit met maleïnezuuranhydride kon dit produkt worden geïdentificeerd als het Δ6,7-cis-isomeer van isotachysterol$_2$.

Verschenen is:

J. D. Fast: Entropie; die Bedeutung des Entropiebegriffes und seine Anwendung in Wissenschaft und Technik (Philips' Technische Bibliothek, 1960, XII + 328 blz., 68 figuren, 26 tabellen). Dit boek is de Duitse vertaling van de in 1959 bij D. B. Centen's Uitgeversmaatschappij te Hilversum verschenen tweede druk van: Entropie, de betekenis van het entropiebegrip en zijn toepassingen in wetenschap en techniek.

In „Entropie" worden door Prof. J. D. Fast op bijzonder duidelijke wijze, rondom de entropie als centraal begrip, de grondslagen van de thermodynamica en de statistische mechanica behandeld. De fundamentele rol van het entropiebegrip blijkt uit de vele voorbeelden van toepassing die men in het boek aantreft. Ter sprake komen o.a. paramagnetische en ferromagnetische stoffen, interstitiële en substitutionele oplossingen, de inwendige wrijving, ordening en precipitatie in legeringen, de structuur van glas, de elektronentheorie van metalen en halfgeleiders, de elasticiteit van rubber, de soortelijke warmte van vaste stoffen en het optreden van vacatures in deze stoffen. Bovendien worden beschouwingen gewijd aan oplossingen van macromoleculen, de berekening van chemische evenwichten, het rendement van warmtemotoren, het bereiken van zeer lage temperaturen en de uitzending van straling.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!